

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 24 日 (24.06.2004)

PCT

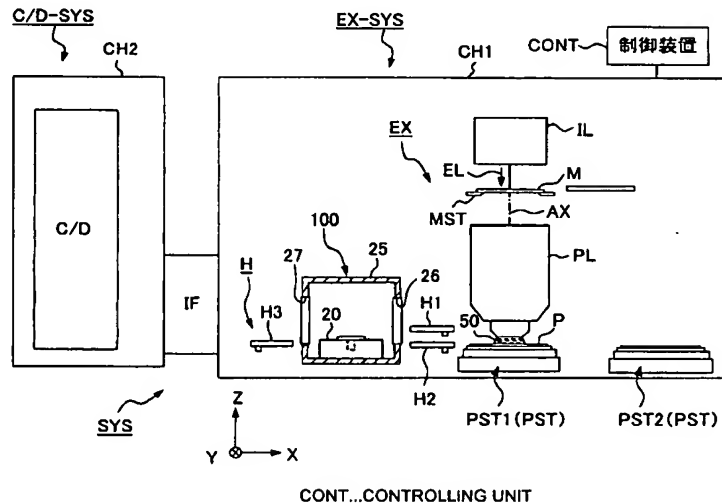
(10) 国際公開番号  
WO 2004/053952 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/027, G03F 7/20 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015587 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 馬込 伸貴 (MAGOME, Nobutaka) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 高岩 宏明 (TAKAIWA, Hiroaki) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 荒井 大 (ARAI, Dai) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).  
(22) 国際出願日: 2003 年 12 月 5 日 (05.12.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願 2002-357957  
2002 年 12 月 10 日 (10.12.2002) JP  
特願 2003-305279 2003 年 8 月 28 日 (28.08.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).  
(74) 代理人: 川北 喜十郎 (KAWAKITA, Kijuro); 〒160-0022 東京都新宿区新宿五丁目1番15号 新宿MMビル Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE APPARATUS AND METHOD FOR MANUFACTURING DEVICE

(54) 発明の名称: 露光装置及びデバイス製造方法



(57) Abstract: An exposure apparatus, wherein an exposure is carried out while filling a space between a projection optical system and a substrate with a liquid, enables to suppress deterioration of a device caused by adherent liquid on the substrate. A device manufacturing system (SYS) comprises an exposure apparatus main unit (EX), an interface portion (IF) and a liquid removal unit (100). In the exposure apparatus main unit (EX), a space between a projection optical system (PL) and a substrate (P) is filled with a liquid (50) and an image of a pattern is projected onto the substrate (P) through the projection optical system (PL) and the liquid (50). The interface portion (IF) is arranged between the exposure apparatus main unit (EX) and a coater/developer main unit (C/D) which processes the substrate (P) after exposure. The liquid removal unit (100) removes the liquid (50) adhering to the substrate (P) before the exposed substrate (P) is transferred into the coater/developer main body (C/D) via the interface portion (IF).

(57) 要約: 投影光学系と基板との間に液体を満たして露光する際、基板に付着した液体に起因するデバイスの劣化を抑えることができる露光装置を提供する。デバイス製造システム SYS は、投影光学系 PL と基板 P との間を液体 50 で満たし、投影光学系 PL と液体 50 とを介してパターンの像を基板

[続葉有]



HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

P 上に投影する露光装置本体 E X と、露光装置本体 E X と基板 P の露光後の処理を行うコータ・デベロッパ本体 C / D とのインターフェース部 I F と、基板 P の露光後、インターフェース部 I F を介して基板 P がコータ・デベロッパ本体 C / D へ搬出される前に、基板 P に付着した液体 5 0 を除去する液体除去装置 1 0 0 とを備えている。

## 明細書

## 露光装置及びデバイス製造方法

## 技術分野

本発明は、投影光学系と基板との間の少なくとも一部を液体で満たし、投影光学系によって投影したパターン像で基板を露光するための露光装置、この露光装置に用いられる液体除去装置並びにこの露光装置を用いるデバイス製造方法に関するものである。

## 背景技術

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数が大きいくほど高くなる。そのため、露光装置で使用する露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots \quad (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots \quad (2)$$

ここで、λは露光波長、NAは投影光学系の開口数、k<sub>1</sub>、k<sub>2</sub>はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長λを短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度δが狭くなることが分かる。

焦点深度 $\delta$ が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のマージンが不足する恐れがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば国際公開第99/49504号公報に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たし、液体中での露光光の波長が、空気中の $1/n$ （ $n$ は液体の屈折率で通常1.2～1.6程度）になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 $n$ 倍に拡大するというものである。

ところで、上記液浸法を用いて基板を露光処理した場合、露光処理後において基板の表面に液体が残存する場合がある。この残存する液体を基板に付着させた状態で搬送すると、搬送中において液体が基板から落下し、落下した液体により搬送経路周辺の各装置や部材が錆びたり、露光装置が配置されている環境のクリーン度を維持できなくなる等の不都合が生じる。あるいは、落下した液体により露光装置周辺の環境変化（湿度変化）をもたらす場合もある。湿度変化が生じると、例えばステージ位置計測に用いる光干渉計の光路上の空気に揺らぎが生じ、ステージ位置計測が精度良く行われなくなり、所望のパターン転写精度が得られなくなるという問題が生じる。また、露光処理後において基板に液体を付着させた状態で例えば現像処理が実行されると、所望の性能を有するデバイスが製造できなくなるおそれが生じる。

### 発明の開示

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、投影光学系と基板との間に液体を満たして露光処理する際、露光後に基板に付着した液体に起因するデバイスの劣化を抑えることができる装置、その装置を組み込んだ露光装置、並びにこの露光装置を用いるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図1～図15に対応付けた以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定する意図は無い。

本発明の第1の態様に従えば、パターンの像を液体(50)を介して基板(P)上に転写して基板(P)を露光する露光装置(EX)であって、  
パターンの像を基板(P)に投影する投影光学系(PL)と、  
露光された基板(P)を処理する処理装置(C/D)との接続部(IF)と、  
接続部(IF)を介して基板(P)が処理装置(C/D)へ搬出される前に、基板(P)に付着した液体(50)を除去する液体除去装置(100、22、33、34)とを備える露光装置(EX)が提供される。

本発明によれば、露光処理が施された基板に対して所定の処理を行う処理装置に搬送する前に基板に付着した液体を除去する液体除去装置を設けたので、液体を除去した状態で基板に対して所定の処理を行うことができる。したがって、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。

本発明の第2の態様に従えば、パターンの像を液体(50)を介して基板(P)上に転写して基板(P)を露光する露光装置(EX)であって、  
パターンの像を基板(P)に投影する投影光学系(PL)と、  
露光された基板(P)に付着した液体(50)を除去する液体除去装置(100、22、33、34)と、  
露光された基板(P)を液体除去装置(100、22、33、34)に搬送する第1搬送部材(H2、43)と、  
液体除去装置(100、22、33、34)により液体(50)が除去された基板(P)を液体除去装置(100、22、33、34)から搬送する第2搬送部材(H3、44)とを備える露光装置(SYS、EX)が提供される。

本発明によれば、基板の露光後に基板に付着した露光用の液体を除去する液体除

去装置を設けたので、基板搬送中に基板から液体が落下し環境変化をもたらす等の不都合の発生を抑えることができる。この場合、第1搬送部材により液浸法で露光処理され液体が付着している基板を液体除去装置まで搬送することができる。そして、液体除去装置で液体が除去された基板を第1搬送部材とは別の第2搬送部材で搬送することにより、基板に液体を付着させない状態でこの基板を所定の位置まで搬送することができる。なお、本発明では、前記第1搬送部材は、その表面の少なくとも一部が撥液性であることが好ましい。

本発明の第3の態様に従えば、パターンの像を液体(50)を介して基板(P)上に転写して基板(P)を露光する露光装置(EX)であって、  
パターンの像を基板(P)に投影する投影光学系(PL)と、  
露光された基板(P)を搬送する搬送システム(H)と、  
基板(P)の搬送経路に設けられ、基板(P)に付着した液体(50)を除去する液体除去装置(100、22、33、34)とを備え、  
液体除去装置(100、22、33、34)は、液体(50)の除去を行うときに液体(50)が飛散することを防止するように基板(P)周囲の少なくとも一部を覆うカバー(25、30、40)を有する露光装置(SYS、EX)が提供される。

本発明によれば、基板を搬送する搬送システムの搬送経路の途中に基板に付着した露光用の液体を除去する液体除去装置を設けたので、露光装置(露光装置本体)での露光処理と、搬送経路の途中に設けられた液体除去装置での液体除去処理とを同時に行うことができる。したがって、スループットを低下させることなく各処理を実行することができる。この場合において、液体除去装置は液体の飛散を防止するカバー機構を備えているので、搬送経路の周囲に液体が飛散するのを防止できる。したがって、湿度変化などの環境変化や装置の錆びなどの発生を防止することができる。なお、本発明では、前記カバー機構はチャンバを含むことが好ましい。

上記第1～3の態様の露光装置では、前記液体除去装置は、前記露光後の基板を

洗浄する洗浄装置を備え、前記洗浄装置による前記基板の洗浄後に、前記基板に付着した洗浄液を除去することが好ましい。

本発明の第4の態様に従えば、パターンの像を液体(50)を介して基板(P)上に転写して基板(P)を露光する露光装置(EX)であって、  
パターンの像を基板(P)に投影する投影光学系(PL)と、  
基板(P)を保持する基板ステージ(PST)と、  
基板ステージ(PST)から露光された基板(P)を搬出する前に、基板(P)に付着した液体(50)を除去する液体除去装置(22)とを備える露光装置(SYS、EX)が提供される。

本発明によれば、露光処理が行われる基板ステージから基板を搬出する前に基板に付着した液体を除去することで、基板の搬送中に基板から液体が落下するといった不都合の発生を抑えることができる。

上記第1～4の態様の露光装置では、前記露光後に、前記液体が付着した基板は水平面に対して所定角度で搬送してもよい。また、前記液体除去装置は、前記基板上の液体を、吹き飛ばし、吸引、及び／または乾燥により除去し得る。

本発明の第5の態様に従えば、パターンの像を液体(50)を介して基板(P)上に転写して基板(P)を露光する露光装置(EX)であって、  
パターンの像を基板(P)に投影する投影光学系(PL)と、  
露光された基板(P)を搬送する搬送システム(H)と、  
基板(P)の搬送経路の下少なくとも一部に、露光後の基板(P)から落下した液体(50)を処理する液体処理機構とを備える露光装置(SYS、EX)が提供される。

本発明によれば、露光後の基板を搬送システムで搬送するとき、基板に液体が付着していたとしても、搬送中に基板から落下した液体を液体処理機構で処理するこ

とにより、搬送経路の周囲に液体が飛散することを防止できる。したがって、湿度変化などの環境変化や装置の錆びなどの発生を防止することができる。前記液体処理機構は、前記搬送経路の下少なくとも一部に配置された樋部材と、該樋部材を介して回収された液体を排出する排出機構とにより構成し得る。

本発明の第6の態様に従えば、パターンの像を液体（50）を介して基板（P）上に転写して基板（P）を露光する露光装置（EX）であって、  
パターンの像を基板（P）に投影する投影光学系（PL）と、  
露光された基板（P）を処理する処理装置（C/D）へ基板（P）が搬出される前に、露光された基板（P）を洗浄する洗浄装置（150）とを備える露光装置（EX）が提供される。

本発明によれば、液浸露光中、あるいは露光後の基板の搬送中に基板表面に付着した異物などを洗い落とすことができ、清浄な基板を送り出すことができる。特に、液浸露光に用いる液体が水以外の液体、例えば、セダー油やフッ素系オイルなどの有機系の液体である場合には、その後の基板の処理に影響を与えないために洗浄装置でそのような液体を除去しておくのが望ましい。

本発明の第7の態様に従えば、パターンの像を液体（50）を介して基板（P）上に転写して基板（P）を露光する露光装置（EX）であって、  
パターンの像を基板（P）に投影する投影光学系（PL）と、  
液体が付着した基板（P）を搬送する第1搬送部材（H2、43）と、  
液体が付着していない基板（P）を搬送する第2搬送部材（H1、H3、44）とを備える露光装置（SYS、EX）が提供される。

本発明によれば、液体が付着した基板を搬送する第1搬送部材と、液体が付着していない基板を搬送する第2搬送部材とを使い分けているので、第2搬送部材への液体の付着、あるいは第2搬送部材で搬送される基板への液体の付着が防止され、液体の拡散、飛散を抑制することができる。



本発明の第8の態様によれば、液体（50）を介して基板（P）上に露光光を照射して基板（P）を露光する露光装置（EX）であって、

基板を保持して移動可能な第1保持部材（PST1）と、

基板を保持して移動可能な第2保持部材（PST2）と、

前記第1保持部材に保持された基板が露光されているときに、前記第2保持部材に保持された、露光を終えた基板に付着した液体の除去を行う液体除去装置（100, 30）とを備える露光装置（SYS, EX）が提供される。

本発明によれば、一方の保持部材に保持された基板の露光処理と、他方の保持部材に保持された露光後の基板の液体除去処理との少なくとも一部を並行して行うことによって、液体除去処理に伴う装置のスループットの低下を抑えることができる。

本発明の第9の態様に従えば、パターンの像を液体（50）を介して基板（P）上に転写して基板（P）を露光する露光装置（EX）と共に用いられる液体除去装置（100）であって、

露光された基板（P）を保持する保持部（21、36、43）と、

基板（P）上に存在する露光用の液体（50）を除去する液体除去機構（22、33、34、37、38）とを備える液体除去装置。

本発明の第10の態様に従えば、本発明の露光装置と、露光した基板を処理する処理装置とを備える露光システムが提供される。前記処理装置は、基板の基材に感光性材料を塗布する塗布装置及び露光された基板を現像する現像装置の少なくとも一方を含み得る。

本発明では、上記態様の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法が提供される。本発明によれば、基板に付着した液体に起因する露光処理環境の変化や、露光処理後の基板の所定の処理（現像処理等）に与える影響を抑えることができるので、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の露光装置としてのデバイス製造システムの一実施形態を示す概略構成図である。

図 2 は、図 1 を上方から見た図である。

図 3 は、露光処理を行う露光装置本体の一実施形態を示す概略構成図である。

図 4 は、供給ノズル及び回収ノズルの配置例を示す図である。

図 5 は、本発明に係る液体除去装置の一実施形態を示す概略構成図である。

図 6 は、本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 7 (a) 及び (b) は、本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 8 は、本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 9 は、本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 10 は、本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 11 は、本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 12 は、本発明に係る液体除去装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図 13 は、本発明の露光装置としてのデバイス製造システムの他の実施形態を示す概略構成図である。

図 14 は、本発明の露光装置としてのデバイス製造システムの他の実施形態を示す概略構成図である。

図 15 は、半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

## 発明を実施するための最良の形態

### 第 1 実施形態

以下、本発明の露光装置及びデバイス製造方法について図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明の露光装置を備えたデバイス製造システムの一実施形態を示す図であって側方から見た概略構成図、図 2 は図 1 を上方から見た図である。

図1、図2において、デバイス製造システムS Y Sは、露光装置E X－S Y Sと、コータ・デベロッパ装置C／D－S Y Sとを備えている。露光装置E X－S Y Sは、コータ・デベロッパ装置C／D－S Y Sとの接続部を形成するインターフェース部I Fと、投影光学系P Lと基板Pとの間を液体5 0で満たし、投影光学系P Lと液体5 0とを介してパターンの像を基板P上に投影して基板Pを露光する露光装置本体E Xと、インターフェース部I Fと露光装置本体E Xとの間で基板Pを搬送する搬送システムHと、搬送システムHの搬送経路の途中に設けられ、露光処理後の基板Pに付着した液体を除去する液体除去装置1 0 0と、露光装置E X－S Y S全体の動作を統括制御する制御装置C O N Tとを備えている。コータ・デベロッパ装置C／D－S Y Sは、露光処理される前の基板Pの基材に対してフォトレジスト（感光剤）を塗布する塗布装置Cと、露光装置本体E Xにおいて露光処理された後の基板Pを現像処理する現像装置（処理装置）Dとを備えている。露光装置本体E Xはクリーン度が管理された第1チャンバ装置C H 1内部に配置されている。一方、塗布装置C及び現像装置Dは第1チャンバ装置C H 1とは別の第2チャンバ装置C H 2内部に配置されている。そして、露光装置本体E Xを収容する第1チャンバ装置C H 1と、塗布装置C及び現像装置Dを収容する第2チャンバ装置C H 2とは、インターフェース部I Fを介して接続されている。ここで、以下の説明において、第2チャンバ装置C H 2内部に収容されている塗布装置C及び現像装置Dを合わせて「コータ・デベロッパ本体C／D」と適宜称する。

図1に示すように、露光装置本体E Xは、露光光E LでマスクステージM S Tに支持されているマスクMを照明する照明光学系I Lと、露光光E Lで照明されたマスクMのパターンの像を基板P上に投影する投影光学系P Lと、基板Pを支持する基板ステージP S Tとを備えている。本実施形態における露光装置本体E Xは2つの基板ステージP S T 1，P S T 2を有する所謂ツインステージシステムを採用している。ツインステージシステムの具体的な構成としては、特開平1 0－1 6 3 0 9 9号公報、特開平1 0－2 1 4 7 8 3号公報、特表2 0 0 0－5 0 5 9 5 8号公報、米国特許6，3 4 1，0 0 7号、6，4 0 0，4 4 1号、6，5 4 9，2 6 9

号及び6, 590, 634号等の文献に開示されており、それらを参照することができる。それらの米国特許を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。本発明では、上記文献に開示されているツインステージシステムを採用することができる。また、本実施形態における露光装置本体EXは、マスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）である。以下の説明において、水平面内においてマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向）をX軸方向、水平面内においてX軸方向と直交する方向をY軸方向（非走査方向）、X軸及びY軸方向に垂直で投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわり方向をそれぞれ、 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 、及び $\theta Z$ 方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上にレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

搬送システムHは、露光処理される前の基板Pを基板ステージPSTに搬入（ロード）する第1搬送装置H1と、露光処理された後の基板Pを基板ステージPSTから搬出（アンロード）し、液体除去装置100まで搬送する第2搬送装置H2と、液体除去装置100とインターフェース部IFとの間で基板Pを搬送する第3搬送装置H3とを備えている。第1、第2、第3搬送装置H1、H2、H3は第1チャンバ装置CH1内部に設けられている。コート・デベロッパ本体C/D（塗布装置C）でフォトレジストの塗布処理を施された基板Pはインターフェース部IFを介して第3搬送装置H3に渡される。ここで、第1、第2チャンバ装置CH1、CH2それぞれのインターフェース部IFと対面する部分には開口部及びこの開口部を開閉するシャッタが設けられている。基板Pのインターフェース部IFに対する搬送動作中にはシャッタが開放される。第3搬送装置H3は露光処理される前の基板Pを液体除去装置100を介して第1搬送装置H1に渡す。なお、第3搬送装置H3から第1搬送装置H1に基板Pを渡す際、液体除去装置100を介さずに、不図示の別の搬送装置や中継装置を介して第1搬送装置H1に渡してもよい。第1搬送

装置 H 1 は渡された基板 P を露光装置本体 E X の基板ステージ P S T にロードする。露光処理された後の基板 P は第 2 搬送装置 H 2 により基板ステージ P S T からアンロードされる。第 2 搬送装置 H 2 はアンロードした基板 P を液体除去装置 1 0 0 を介して第 3 搬送装置 H 3 に渡す。第 3 搬送装置 H 3 で搬送された基板 P はインターフェース部 I F を介してコータ・デベロッパ本体 C / D ( 現像装置 D ) に運ばれる。現像装置 D は渡された基板 P に対して現像処理を施す。

なお、露光処理される前の濡れていない基板 P を基板ステージ P S T に搬入する第 1 搬送装置 H 1 と、露光処理された後の濡れている可能性のある基板 P を基板ステージ P S T から搬出する第 2 搬送装置 H 2 とを使い分けているので、第 1 搬送装置 ( 搬送部材 ) H 1 に液体が付着することがなく、第 1 搬送装置 H 1 で搬送される基板 P の裏面などへの液体の付着を防止することができる。

図 3 は、露光装置本体 E X の概略構成図である。照明光学系 I L は、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光 E L を集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光 E L によるマスク M 上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスク M 上の所定の照明領域は照明光学系 I L により均一な照度分布の露光光 E L で照明される。照明光学系 I L から射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線 ( g 線、h 線、i 線 ) 及び K r F エキシマレーザ光 ( 波長 2 4 8 n m ) 等の遠紫外光 ( D U V 光 ) や、A r F エキシマレーザ光 ( 波長 1 9 3 n m ) 及び F <sub>2</sub> レーザ光 ( 波長 1 5 7 n m ) 等の真空紫外光 ( V U V 光 ) などが用いられる。本実施形態では、A r F エキシマレーザ光を用いる。

マスクステージ M S T は、マスク M を支持するものであって、投影光学系 P L の光軸 A X に垂直な平面内、すなわち X Y 平面内で 2 次元移動可能及び  $\theta$  Z 方向に微小回転可能である。マスクステージ M S T はリニアモータ等のマスクステージ駆動

装置MST Dにより駆動される。マスクステージ駆動装置MST Dは制御装置CONTにより制御される。マスクステージMST上のマスクMの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはレーザ干渉計の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置MST Dを駆動することでマスクステージMSTに支持されているマスクMの位置決めを行う。

投影光学系PLは、マスクMのパターンを所定の投影倍率 $\beta$ で基板Pに投影露光するものであって、複数の光学素子（レンズ）で構成されており、これら光学素子は金属部材としての鏡筒PKで支持されている。本実施形態において、投影光学系PLは、投影倍率 $\beta$ が例えば $1/4$ あるいは $1/5$ の縮小系である。なお、投影光学系PLは等倍系及び拡大系のいずれでもよいし、ミラーを使って構成してもよい。また、本実施形態の投影光学系PLの先端側（基板P側）には、光学素子（レンズ）60が鏡筒PKより露出している。この光学素子60は鏡筒PKに対して着脱（交換）可能に設けられている。

基板ステージPSTは、基板Pを支持するものであって、基板Pを基板ホルダを介して保持するZステージ51と、Zステージ51を支持するXYステージ52と、XYステージ52を支持するベース53とを備えている。基板ステージPSTはリニアモータ等の基板ステージ駆動装置PST Dにより駆動される。基板ステージ駆動装置PST Dは制御装置CONTにより制御される。Zステージ51を駆動することにより、Zステージ51に保持されている基板PのZ軸方向における位置（フォーカス位置）、及び $\theta X$ 、 $\theta Y$ 方向における位置が制御される。また、XYステージ52を駆動することにより、基板PのXY方向における位置（投影光学系PLの像面と実質的に平行な方向の位置）が制御される。すなわち、Zステージ51は、基板Pのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Pの表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込み、XYステージ52は基板PのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。なお、ZステージとXYステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

基板ステージ P S T ( Z ステージ 5 1 ) 上には移動鏡 5 4 が設けられている。また、移動鏡 5 4 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 5 が設けられている。基板ステージ P S T 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 5 5 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 5 5 の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置 P S T D を駆動することで基板ステージ P S T に支持されている基板 P の位置決めを行う。

本実施形態では、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに、焦点深度を実質的に広くするために、液浸法を適用する。そのため、少なくともマスク M のパターンの像を基板 P 上に転写している間は、基板 P の表面と投影光学系 P L の基板 P 側の光学素子 ( レンズ ) 6 0 の先端面 ( 下面 ) 7 との間に所定の液体 5 0 が満たされる。上述したように、投影光学系 P L の先端側にはレンズ 6 0 が露出しており、液体 5 0 はレンズ 6 0 のみに接触するように構成されている。これにより、金属からなる鏡筒 P K の腐蝕等が防止されている。本実施形態において、液体 5 0 には純水が用いられる。純水は、A r F エキシマレーザ光のみならず、露光光 E L を例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線 ( g 線、h 線、i 線 ) 及び K r F エキシマレーザ光 ( 波長 2 4 8 n m ) 等の遠紫外光 ( D U V 光 ) とした場合、この露光光 E L を透過可能である。

露光装置本体 E X は、投影光学系 P L の先端面 ( レンズ 6 0 の先端面 ) 7 と基板 P との間の空間 5 6 に所定の液体 5 0 を供給する液体供給装置 1 と、空間 5 6 の液体 5 0 を回収する液体回収装置 2 とを備えている。液体供給装置 1 は、投影光学系 P L と基板 P との間の少なくとも一部を液体 5 0 で満たすためのものであって、液体 5 0 を収容するタンク、加圧ポンプなどを備えている。液体供給装置 1 には供給管 3 の一端部が接続され、供給管 3 の他端部には供給ノズル 4 が接続されている。液体供給装置 1 は供給管 3 及び供給ノズル 4 を介して空間 5 6 に液体 5 0 を供給する。

液体回収装置 2 は、吸引ポンプ、回収した液体 50 を收容するタンクなどを備えている。液体回収装置 2 には回収管 6 の一端部が接続され、回収管 6 の他端部には、回収ノズル 5 が接続されている。液体回収装置 2 は回収ノズル 5 及び回収管 6 を介して空間 56 の液体 50 を回収する。空間 56 に液体 50 を満たす際、制御装置 CONT は液体供給装置 1 を駆動し、供給管 3 及び供給ノズル 4 を介して空間 56 に対して単位時間当たり所定量の液体 50 を供給するとともに、液体回収装置 2 を駆動し、回収ノズル 5 及び回収管 6 を介して単位時間当たり所定量の液体 50 を空間 56 より回収する。これにより、投影光学系 PL の先端面 7 と基板 P との間の空間 56 に液体 50 が配置される。

投影光学系 PL の最下端のレンズ 60 は、先端部 60A が走査方向に必要な部分だけを残して Y 軸方向（非走査方向）に細長い矩形状に形成されている。走査露光時には、先端部 60A の直下の矩形の投影領域にマスク M の一部のパターン像が投影され、投影光学系 PL に対して、マスク M が -X 方向（又は +X 方向）に速度 V で移動するのに同期して、XY ステージ 52 を介して基板 P が +X 方向（又は -X 方向）に速度  $\beta \cdot V$ （ $\beta$  は投影倍率）で移動する。そして、1 つのショット領域への露光終了後に、基板 P のステッピングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域に対する露光処理が順次行われる。本実施形態では、基板 P の移動方向と平行に基板の移動方向と同一方向に液体 50 を流すように設定されている。

図 4 は、投影光学系 PL のレンズ 60 の先端部 60A と、液体 50 を X 軸方向に供給する供給ノズル 4（4A～4C）と、液体 50 を回収する回収ノズル 5（5A、5B）との位置関係を示す図である。図 4 において、レンズ 60 の先端部 60A の形状は Y 軸方向に細長い矩形状となっており、投影光学系 PL のレンズ 60 の先端部 60A を X 軸方向に挟むように、+X 方向側に 3 つの供給ノズル 4A～4C が配置され、-X 方向側に 2 つの回収ノズル 5A、5B が配置されている。そして、供給ノズル 4A～4C は供給管 3 を介して液体供給装置 1 に接続され、回収ノズル 5A、5B は回収管 4 を介して液体回収装置 2 に接続されている。また、供給ノズル



4 A～4 Cと回収ノズル 5 A、5 Bとを先端部 6 0 Aの中心に対してほぼ 1 8 0° 回転した位置に、供給ノズル 8 A～8 Cと、回収ノズル 9 A、9 Bとが配置されている。供給ノズル 4 A～4 Cと回収ノズル 9 A、9 BとはY軸方向に交互に配列され、供給ノズル 8 A～8 Cと回収ノズル 5 A、5 BとはY軸方向に交互に配列され、供給ノズル 8 A～8 Cは供給管 1 0を介して液体供給装置 1に接続され、回収ノズル 9 A、9 Bは回収管 1 1を介して液体回収装置 2に接続されている。なお、ノズルからの液体供給は、投影光学系 P Lと基板 Pとの間に気体部分が生じないように行われる。

露光装置本体 E Xにおいて、矢印 X a（図 4 参照）で示す走査方向（－X 方向）に基板 P を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 3、供給ノズル 4 A～4 C、回収管 4、及び回収ノズル 5 A、5 Bを用いて、液体供給装置 1 及び液体回収装置 2により液体 5 0の供給及び回収が行われる。すなわち、基板 P が－X 方向に移動する際には、供給管 3 及び供給ノズル 4（4 A～4 C）を介して液体供給装置 1 から液体 5 0が投影光学系 P Lと基板 Pとの間に供給されるとともに、回収ノズル 5（5 A、5 B）、及び回収管 6を介して液体 5 0が液体回収装置 2に回収され、レンズ 6 0と基板 Pとの間を満たすように－X 方向に液体 5 0が流れる。一方、矢印 X bで示す走査方向（＋X 方向）に基板 P を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 1 0、供給ノズル 8 A～8 C、回収管 1 1、及び回収ノズル 9 A、9 Bを用いて、液体供給装置 1 及び液体回収装置 2により液体 5 0の供給及び回収が行われる。すなわち、基板 P が＋X 方向に移動する際には、供給管 1 0 及び供給ノズル 8（8 A～8 C）を介して液体供給装置 1 から液体 5 0が投影光学系 P Lと基板 Pとの間に供給されるとともに、回収ノズル 9（9 A、9 B）、及び回収管 1 1を介して液体 5 0が液体回収装置 2に回収され、レンズ 6 0と基板 Pとの間を満たすように＋X 方向に液体 5 0が流れる。このように、制御装置 C O N Tは、液体供給装置 1 及び液体回収装置 2を用いて、基板 Pの移動方向に沿って液体 5 0を流す。この場合、例えば液体供給装置 1 から供給ノズル 4を介して供給される液体 5 0は基板 Pの－X 方向への移動に伴って空間 5 6に引き込まれるようにして流れるので、液体供給装置 1の供給エネルギーが小さくても液体 5 0を空間 5 6に容易に供給でき

る。そして、走査方向に応じて液体50を流す方向を切り替えることにより、+X方向、又は-X方向のどちらの方向に基板Pを走査する場合にも、レンズ60の先端面7と基板Pとの間を液体50で満たすことができ、高い解像度及び広い焦点深度を得ることができる。

次に、図5を参照しながら第1実施形態の露光装置に用いられる液体除去装置100について説明する。液体除去装置100は搬送システムHの搬送経路の途中に設けられ、液浸法により露光処理された後の基板Pに付着している液体50を除去するものである。本実施形態において、液体除去装置100は第2搬送装置H2と第3搬送装置H3との間に設けられている。液体除去装置100は、ステージ装置20と、ステージ装置20に設けられ、基板Pの下面中央部を保持するホルダ部21と、基板Pを保持したホルダ部21を回転する回転機構22とを備えている。ホルダ部21の上面にはバキューム装置の一部を構成する真空吸着孔が設けられており、ホルダ部21は基板Pの下面中央部を吸着保持する。回転機構22はステージ装置20内部に設けられたモータにより構成されており、ホルダ部21に接続された軸部23を回転することでホルダ部21を回転する。そして、ステージ装置20、ホルダ部21、及び回転機構22はカバー機構であるチャンバ25内部に設けられており、チャンバ25には流路28を介して液体吸引装置29が設けられている。流路28にはバルブ28Aが設けられている。

ホルダ部21は軸部23とともにステージ装置20の上面に対して昇降可能に設けられている。基板Pを保持したホルダ部21がステージ装置20に対して上昇したとき、基板Pはステージ装置20より離れ、回転機構22の駆動により回転可能となる。一方、ホルダ部21が下降しているときは基板Pはステージ装置20の上面に設けられている第2ホルダ部24により保持される。

チャンバ25は、第2搬送装置H2側に形成された第1開口部26と、第3搬送装置H3側に形成された第2開口部27とを備えている。第1開口部26には、この第1開口部26を開閉する第1シャッタ26Aが設けられ、第2開口部27には、

この第2開口部27を開閉する第2シャッタ27Aが設けられている。第1、第2シャッタ26A、27Aの開閉動作は制御装置CONTにより制御される。第1シャッタ26Aが開放されると、第2搬送装置H2は第1開口部26を介して液体除去装置100のステージ装置20にアクセス可能となる。すなわち、第2搬送装置H2は第1開口部26を介して液体除去装置100のステージ装置20に対して基板Pを搬送（搬入）可能である。第3搬送装置H3は第2開口部27を介して液体除去装置100のステージ装置20にアクセス可能となる。すなわち、第3搬送装置H3は第2開口部27を介して液体除去装置100のステージ装置20に対して基板Pを搬送（搬出）可能である。一方、第1、第2シャッタ26A、27Aを閉じることによりチャンバ25内部は密閉される。

次に、上述した露光装置本体EX及び液体除去装置100を備えたデバイス製造システムSYSの動作について、図1及び2を用いて説明する。

露光装置本体EXにおいて、基板ステージPST1に保持された基板Pは、液浸法を用いて露光され、それと並行して、基板ステージPST2に保持された基板Pに対して、アライメントマークの検出や表面情報（AF（オートフォーカス）／AL（オートレベリング）情報）の計測が行われる。図1は基板ステージPST1が露光装置本体（露光ステーション）EXにおいて露光動作を行い、基板ステージPST2が計測ステーションにおいて計測動作を行っている様子を示している。露光装置本体では、液体供給装置1の液体供給と液体回収装置2の液体回収とが行われ、投影光学系PLの像面側の露光光の光路が液体50で満たされている。基板ステージPST1に保持された基板Pの露光処理が完了すると、液体供給装置1の液体供給を停止し、液体回収装置2により液体回収を行う。液体回収装置2による液体回収が終了すると、基板ステージPST1が露光装置本体EXから退避するとともに、各種計測を終えた基板ステージPST2が露光装置本体（露光ステーション）EXに投入される。基板ステージPST1上で露光処理を終えた基板Pは、基板ステージPST1より第2搬送装置H2にアンロードされる。露光処理後の基板Pのアンロードを終えた基板ステージPST1は、未露光の基板Pを第1搬送装置H1から

受け取り、計測ステーションでの各種計測を開始する。第2搬送装置H2にアンロードされた基板Pには液体回収装置2で回収しきれなかった液体50がわずかに付着しており、第2搬送装置H2によって液体除去装置100に搬送される。こうして、基板ステージPST2に保持された基板Pの露光処理、及び基板ステージPST1に保持された未露光の基板Pの各種計測と並行して、直前に露光処理を完了した基板Pに残留した液体の除去が液体除去装置100で行われる。

なお、基板ステージPST2に保持された基板P上に液体供給装置1から液体の供給を開始する際には、基板ステージPST1では実質的な計測動作を行わずに、基板ステージPST1の移動のみ、あるいは単に基板ステージPST1を停止させておくといよい。このようにすることで、基板ステージPST2上に液体供給装置1から液体の供給を開始する際に生じる振動が計測ステーションにおける基板ステージPST1の計測動作に影響を及ぼすことを防止できる。また、基板ステージPST2上への液体の供給を停止するときに、計測ステーションでの基板ステージPST1の計測動作が完了していない場合には、液体供給を停止するときに、基板ステージPST1では実質的な計測動作を行わずに、基板ステージPST1の移動のみ、あるいは単に基板ステージPST1を停止させておくようにしてもよい。

制御装置CONTは第2搬送装置H2の液体除去装置100に対する接近に伴って第1シャッタ26Aを開放する（図5参照）。このとき、第2シャッタ27Aは閉じられている。第2搬送装置H2は、第1開口部26を介して基板Pを液体除去装置100のステージ装置20に渡す。このとき、ホルダ部21は下降しており、基板Pはステージ装置20上のホルダ部21及び第2ホルダ部24に保持される。

第2搬送装置H2はステージ装置20に基板Pを渡したら、第1開口部26を介してチャンバ25より退避する。第2搬送装置H2がチャンバ25より退避したら制御装置CONTは第1シャッタ26Aを閉じる。これにより、チャンバ25内部は密閉される。チャンバ25内部が密閉されたら、制御装置CONTはホルダ部21を上昇する。ホルダ部21の上昇とともに、このホルダ部21に吸着保持されて

いる基板Pもステージ装置20に対して上昇する。そして、制御装置CONTは回転機構22を駆動し、ホルダ部21を基板Pとともに $\theta$ Z方向に回転する。回転機構22が基板Pを回転することにより、基板Pの上下両面に付着している液体50は遠心力の作用により基板Pから飛ばされる。これにより、基板Pに付着している液体50が基板Pより除去される。ここで、基板Pはカバー機構としてのチャンバ25内部に配置されているため、基板Pから飛ばされた液体50は周囲に飛散しない。

基板Pから飛ばされた液体50はチャンバ25に接続されている液体吸引装置29により回収される。液体吸引装置29はチャンバ25内部の気体を飛散した液体50とともに吸引することで、基板Pから飛ばされた液体50を回収する。ここで、液体吸引装置29は、チャンバ25内部の気体及び飛散した液体50の吸引動作を継続的に行う。これにより、チャンバ25の内壁や底などチャンバ25内部に液体50が留まらないので、チャンバ25内部の湿度が大きく変動することはない。また、シャッタ26A、27Aを開放したときにも、チャンバ25内の湿った気体がチャンバ25の外へ流れ出ることもない。

基板Pを所定時間（あるいは所定回転数）回転したら、制御装置CONTは回転機構22の駆動を停止し、基板Pをホルダ部21とともに下降する。次いで、制御装置CONTは、第2シャッタ27Aを開放する。第2シャッタ27Aが開放されたら、第3搬送装置（第2搬送部材）H3が第2開口部27を介してステージ装置20にアクセスし、ステージ装置20上の液体50を除去された基板Pを保持する。液体除去装置100により液体50を除去された基板Pを保持した第3搬送装置H3は、チャンバ25内部より基板Pを第2開口部27を介して搬出する。

図1に示すように、液体除去装置100により液体50が除去された基板Pは、インターフェース部IFを介してコータ・デベロッパ本体C/Dに運ばれる。コータ・デベロッパ本体C/D（現像装置D）は渡された基板Pに対して現像処理を施す。このように、本実施形態の露光装置EX-SYSは、インターフェース部IF

を介して基板 P がコータ・デベロッパ装置 C/D-SYS に搬出される前に、液体除去装置 100 により基板 P に付着した液体 50 を除去する。

以上説明したように、露光装置本体 EX において露光処理が施された基板 P をコータ・デベロッパ装置 C/D-SYS (現像装置 D) に搬送する前に、液体除去装置 100 で基板 P に付着した液体 50 を除去するようにしたので、液体 50 の現像処理に対する影響を除くことができる。また、液体除去装置 100 によって基板 P に付着した液体 50 を除去することにより、基板 P の搬送中に基板 P から液体が落下し、第 1 チャンバ装置 CH1 内部の湿度変化 (環境変化) をもたらしたり、搬送経路上の各装置や部材を錆びさせるなどの不都合の発生を抑えることができる。

また、液体 50 が付着している基板 P を第 2 搬送装置 H2 で搬送し、液体 50 が除去された基板 P を第 2 搬送装置 H2 とは別の第 3 搬送装置 H3 で搬送するようにしたので、第 3 搬送装置 H3 は液体 50 に晒されない。したがって、第 3 搬送装置 H3 で搬送される基板 P には液体 50 が付着せず、また、第 3 搬送装置 H3 の搬送経路上における液体 50 の飛散を確実に防止できる。

また、液体除去装置 100 を搬送システム H の搬送経路の途中に設けたので、露光装置本体 EX での露光処理と、液体除去装置 100 での液体除去処理とを同時に行うことができる。したがって、スループットを低下させることなく各処理を実行することができる。そして、液体除去処理をチャンバ 25 内部で行うようにしたので、周囲に液体 50 が飛散するのを防止できる。

なお、本実施形態では、露光処理後の基板 P を処理装置としてのコータ・デベロッパ装置 C/D-SYS に搬送する際、接続部としてのインターフェース部 IF を介して搬送するように説明したが、例えばインターフェース部 IF がコータ・デベロッパ装置 C/D-SYS に備えられている場合や、コータ・デベロッパ装置 C/D-SYS がインターフェース部 IF を介さずに直接露光装置 EX-SYS に接続されている場合、あるいは、処理装置が基板収納装置であってインターフェース部

I F を介さないで露光処理後の基板 P を基板収納装置に搬送する場合には、第 1 チャンバ装置 C H 1 の開口部が露光装置 E X - S Y S の接続部となる。

上述したように、本実施形態における液体 5 0 は純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板 P 上のフォトリソトや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板 P の表面、及び投影光学系 P L の先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

そして、波長が 1 9 3 n m 程度の露光光 E L に対する純水（水）の屈折率  $n$  はほぼ 1. 4 4 ~ 1. 4 7 程度と言われており、露光光 E L の光源として A r F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m）を用いた場合、基板 P 上では  $1/n$ 、すなわち約 1 3 1 ~ 1 3 4 n m 程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空气中に比べて約  $n$  倍、すなわち約 1. 4 4 ~ 1. 4 7 倍程度に拡大されるため、空气中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系 P L の開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

本実施形態では、投影光学系 P L の先端にレンズ 6 0 が取り付けられているが、投影光学系 P L の先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系 P L の光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光 E L を透過可能な平行平板であってもよい。液体 5 0 と接触する光学素子を、レンズより安価な平行平板とすることにより、露光装置本体 E X の運搬、組立、調整時等において投影光学系 P L の透過率、基板 P 上での露光光 E L の照度、及び照度分布の均一性を低下させる物質（例えばシリコン系有機物等）がその平行平板に付着しても、液体 5 0 を供給する直前にその平行平板を交換するだけでよく、液体 5 0 と接触する光学素子をレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点がある。すなわち、露光光 E L の照射によりレジストから発生する飛散粒子、または液体 5 0 中の不純物の付着などに起因して液体 5 0

に接触する光学素子の表面が汚れるため、その光学素子を定期的に交換する必要があるが、この光学素子を安価な平行平板とすることにより、レンズに比べて交換部品のコストが低く、且つ交換に要する時間を短くすることができ、メンテナンスコスト（ランニングコスト）の上昇やスループットの低下を抑えることができる。

なお、液体50の流れによって生じる投影光学系PLの先端の光学素子と基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

なお、本実施形態では、投影光学系PLと基板P表面との間は液体50で満たされている構成であるが、例えば基板Pの表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体50を満たす構成であってもよい。

なお、上記実施形態において、上述したノズルの形状は特に限定されるものでなく、例えば先端部60Aの長辺について2対のノズルで液体50の供給又は回収を行うようにしてもよい。なお、この場合には、+X方向、又は-X方向のどちらの方向からも液体50の供給及び回収を行うことができるようにするため、供給ノズルと回収ノズルと上下に並べて配置してもよい。

## 第2実施形態

次に、本発明の第2実施形態の露光装置に用いられる液体除去装置100のについて図6を参照しながら説明する。ここで、以下の説明において、液体除去装置100以外については、第1実施形態と同一又は同等であるのでその説明を簡略もしくは省略する。

図6において、液体除去装置100は、基板Pに付着した液体50の除去を行うときに液体50が飛散しないように基板Pの周囲を覆うカバー機構の一部を構成するカバー部30を備えている。本実施形態における液体除去装置100はチャンバ25を有していない。カバー部30は平面視ほぼ円環状に形成されており、その円



環内部にポケット部 30 A を備えている。カバー部 30 のポケット部 30 A には液体吸引装置 29 が接続されている。また、カバー部 30 はステージ装置 20 に形成された凹部 31 に配置可能となっており、昇降機構 32 によりステージ装置 20 に対して昇降可能（出沒可能）に設けられている。液体除去処理を行う際には、ホルダ部 21 の上昇とともにカバー部 30 も上昇される。カバー部 30 は基板 P の周囲を覆うように設けられているため、基板 P の回転により飛ばされた液体 50 はカバー部 30 のポケット部 30 A に回収される。ポケット部 30 A に回収された液体 50 は液体吸引装置 29 により回収される。

以上説明したように、カバー機構として、基板 P の周囲を覆うカバー部 30 を用いることもできる。これにより、第 1 実施形態で説明したチャンバ 25 に比べて簡易な構成で液体 50 の周囲への飛散を防止できる。

### 第 3 実施形態

次に、図 7 を参照しながら第 3 実施形態の露光装置に用いられる液体除去装置 100 について説明する。本実施形態の特徴的部分は、液体除去装置 100 を構成する回転機構 22 及びカバー部 30 が、露光処理を行う露光装置本体 E X の基板ステージ P S T に設けられている点である。露光装置本体 E X の構造は第 1 実施形態と同様であるので、その説明を省略する。

図 7 (a) において、基板ステージ P S T は、基板 P を保持するホルダ部 21 及び第 2 ホルダ部 24 と、カバー部 30 を收容可能な凹部 31 とを備えている。そして、図 7 (a) に示すように、ホルダ部 21 及び第 2 ホルダ部 24 に保持されている基板 P に対して投影光学系 P L 及び液体 50 を介してパターンの像が転写される。基板 P に対する露光処理が終了したら、制御装置 C O N T は、図 7 (b) に示すように、投影光学系 P L と基板 P との間に対する液体供給装置 1 からの液体 50 の供給を停止するとともに、液体回収装置 2 により基板 P 上の液体 50 を回収する。その回収作業が完了すると、基板ステージ P S T を投影光学系 P L の直下から退避させる。次いで、制御装置 C O N T は、基板 P を保持するホルダ部 21 を上昇すると

ともにカバー部 30 を上昇し、回転機構 22 を駆動して基板 P を回転する。これにより、液体回収装置 2 で回収しきれずに基板 P に付着している液体 50 は基板 P から除去される。そして、基板 P に付着した液体 50 を除去したら、第 2 搬送装置 H2 が基板ステージ P S T より基板 P を搬出する。

以上説明したように、液体除去装置 100 を基板ステージ P S T に設けることも可能である。そして、露光処理が行われる基板ステージ P S T から基板 P を搬出する前に、基板 P に付着した液体を除去することで、基板 P の搬送中において基板 P から液体 50 が落下するといった不都合の発生を抑えることができる。また、本実施形態では、露光装置本体 E X はツインステージシステムを採用しているので、第 1 の基板ステージ P S T 1 における露光処理と、第 2 の基板ステージ P S T 2 における液体除去処理とを同時に行うことができ、スループットを低下させることなく全体の処理を実行できる。

また、第 3 実施形態では、基板ステージ P S T から露光処理後の基板 P を搬送する前に基板 P に付着した液体を除去するために基板 P を回転させる機構を採用しているが、液体を吹き飛ばすブローを設けたり、液体回収装置 2 とは別に基板 P 上の残留液体を吸引する機構を設けてもよいし、これらを併用してもよい。

#### 第 4 実施形態

次に、図 8 を参照しながら第 4 実施形態の露光装置に用いる液体除去装置 100 について説明する。図 8 に示す液体除去装置 100 は、搬送システム H の搬送経路の途中であって、第 2 搬送装置 H2 と第 3 搬送装置 H3 との間に設けられ、チャンバ 25 を備えた構成である。露光装置本体 E X の構造は第 1 実施形態と同様であるので、その説明を省略する。

図 8 において、液体除去装置 100 は、基板 P の表面（上面）に対して気体を吹き付けてこの基板 P の表面に付着している液体 50 を飛ばすことで除去する第 1 吹出部 33 と、基板 P の裏面（下面）に対して気体を吹き付けてこの基板 P の裏面に

付着している液体50を飛ばすことで除去する第2吹出部34とを備えている。第1、第2吹出部33、34のそれぞれは流路を介して気体供給装置35に接続されている。流路には、基板Pに対して吹き付ける気体中の異物（ゴミやオイルミスト）を除去するフィルタが設けられている。そして、気体供給装置35は乾燥した気体を第1、第2吹出部33、34に供給する。本実施形態において、気体供給装置35は乾燥エアーを供給する。

図9は、図8のチャンバ25内部を上方から見た図である。図9に示すように、基板Pはその下面のY軸方向両端部を保持装置36により保持される（なお、図8には保持装置36は図示されていない）。保持装置36は第2搬送装置H2より基板Pを渡され、この渡された基板Pを保持する。また、保持装置36に保持されている基板Pは第3搬送装置H3に渡されるようになっている。第1吹出部33はY軸方向を長手方向とするノズル本体部33Aと、ノズル本体部33Aの長手方向に複数並んで設けられたノズル孔33Bとを備えている。気体供給装置35から供給された乾燥エアーは複数のノズル孔33Bのそれぞれから吹き出される。第2吹出部34も第1吹出部33と同等の構成を有しており、Y軸方向を長手方向とするノズル本体部と複数のノズル孔とを有している。

保持装置36に保持された基板Pと第1、第2吹出部33、34とは相対移動可能に設けられている。本実施形態では、第1、第2吹出部33、34が保持装置36に保持された基板Pに対してX軸方向に走査移動するようになっている。なお、保持装置36に駆動装置を設け、第1、第2吹出部33、34に対して基板Pを移動するようにしてもよいし、第1、第2吹出部33、34と保持装置36との双方を移動させてもよい。

次に、上述した構成を有する液体除去装置100の動作について説明する。第2搬送装置H2が液体50を付着している基板Pを保持装置36に渡す。制御装置CONTは、保持装置36に保持されている基板Pに対して、第1、第2吹出部33、34より気体を吹き付ける。ここで、第1、第2吹出部33、34によって吹き付

けられる気体は、基板Pの表面及び裏面に対して傾斜方向から吹き付けられる。制御装置CONTは、保持装置36に保持されている基板Pに対して第1、第2吹出部33、34をX軸方向に移動させながら気体を吹き付ける。ここで、第1、第2吹出部33、34それぞれのノズル本体部の長さは基板Pより十分大きいいため、基板Pの表裏面全体に満遍なく気体が吹き付けられる。気体が吹き付けられることにより、基板Pに付着している液体50が飛ばされ、除去される。飛ばされた液体50は液体吸引装置29に回収される。液体50が除去された基板Pは第3搬送装置H3に渡される。

## 第5実施形態

次に、図10を参照しながら第5実施形態の露光装置に用いられる液体除去装置100について説明する。図10において、液体除去装置100は、液体吸引装置29に流路を介して接続され、基板Pの表面及び裏面のそれぞれに付着している液体50を吸引する第1、第2吸引部37、38と、チャンバ25内部を乾燥する乾燥装置39とを備えている。第1、第2吸引部37、38は基板Pに対してX軸方向に相対移動可能に設けられている。基板Pに付着している液体50を除去する際には、制御装置CONTは、第1、第2吸引部37、38を基板Pに接近させた状態で、液体吸引装置29を駆動する。これにより、基板Pに付着している液体50は第1、第2吸引部37、38を介して液体吸引装置29に吸引される。そして、第1、第2吸引部37、38を基板Pに対してX軸方向に移動しつつ液体吸引装置29による吸引動作を行うことにより、基板Pに付着している液体50が除去される。このとき、乾燥装置39がチャンバ25内部に対して乾燥した気体（乾燥エア）を供給している。乾燥装置39の駆動によってチャンバ25内部が乾燥されることにより、基板Pからの液体50の除去を促進することができる。露光装置本体EXの構造は第1実施形態と同様であるので、その説明を省略する。

なお、図10を用いて説明した、基板P上の液体50を吸引する吸引動作と、図8を用いて説明した、吹出部からの気体吹出動作とを同時に実行するようにしてもよい。あるいは、吸引動作及び気体吹出動作のいずれか一方を実行した後、他方を

実行するようにしてもよい。また、乾燥装置 39 による乾燥動作を並行して行うこともできるし、吸引動作や気体吹出動作の前後に乾燥動作を行うこともできる。すなわち、吸引動作、乾燥動作、及び気体吹出動作（液体吹き飛ばし動作）を適宜組み合わせることで実行することができる。

## 第 6 実施形態

次に、図 11 を参照しながら第 6 実施形態の露光装置の液体除去装置 100 について説明する。なお、露光装置本体 EX の構造は第 1 実施形態と同様であるので、その説明を省略する。図 11 において、液体除去装置 100 は、第 1、第 2 吹出部 33、34 と、この第 1、第 2 吹出部 33、34 を収容するチャンバ 40 とを備えている。本実施形態におけるチャンバ 40 は、Z 軸方向にずれて形成された第 1、第 2 開口部 41、42 を備えている。なお、本実施形態における第 1、第 2 開口部 41、42 にはシャッタは設けられていないが、シャッタを設けることも可能である。そして、本実施形態における第 2 搬送装置 H2 は、基板 P を保持した状態で第 1 開口部 41 を介してチャンバ 40 内部に挿入可能なアーム部（第 1 搬送部材）43 を備えている。アーム部 43 は、液浸法により露光処理され、液体 50 が付着した基板 P を水平面（XY 平面）に対して所定角度傾斜した状態で搬送し、このチャンバ 40 内に挿入する。ここで、液体 50 が付着している基板 P を保持するアーム部 43 が挿入される第 1 開口部 41 が、第 2 開口部 42 より Z 軸方向において下方側に形成されており、アーム部 43 はチャンバ 40 に対する挿入方向前方側（搬送方向前方側）を上方にして搬送する。

そして、アーム部 43 は基板 P の傾斜を維持した状態で第 1、第 2 吹出部 33、34 に対して基板 P を移動する。第 1、第 2 吹出部 33、34 は移動する基板 P に対して気体を吹き付ける。基板 P に付着している液体 50 は気体の吹き付けにより除去される。このとき、基板 P が傾斜しているので、液体 50 は自重により基板 P の傾斜方向下方側に容易に移動し、基板 P からの液体 50 の除去が促進される。基板 P から除去された液体 50 はチャンバ 40 内部に溜まり、回収装置としての液体吸引装置 29 に回収される。なお、基板 P を傾斜させた状態で液体 50 を自重によ

り基板 P の傾斜方向下方側に移動させ、この傾斜方向下方側に集まった液体 50 に対して気体を吹き付けるようにしてもよい。また、上述の乾燥動作も併用するようにしてもよい。すなわち、液体除去装置 100 の液体除去としては、基板 P の回転、基板 P の傾斜、吸引動作、乾燥動作、及び気体吹出動作（液体吹き飛ばし動作）のいずれか一つの方法を使ってもよいし、これらを適宜組み合わせてもよい。

液体 50 が除去された基板 P の一端部は第 2 開口部 42 よりチャンバ 40 外部に出る。第 2 開口部 42 近傍には、第 3 搬送装置 H3 としてのアーム部（第 2 搬送部材）44 が設けられている。液体 50 が除去された基板 P はアーム部 43 からアーム部 44 に直接渡される。

なお、ここでは、チャンバ 40 に挿入する際に基板 P を傾斜させて搬送するように説明したが、チャンバ 40 以外の位置で、液体 50 が付着した基板 P を水平面に対して所定角度傾斜させた状態で搬送するようにしてもよい。これにより、基板 P に付着した液体 50 は搬送中において自重により基板 P から離れる。なお、このときの搬送経路中には自重により基板 P から離れた液体 50 を回収する回収装置が設けられる。また、基板 P を搬送する際の水平面に対する傾斜角度は任意に設定可能であり、90 度であってもよい。すなわち、基板 P を垂直に立てた状態で搬送することも可能である。

上記各実施形態において、液体 50 が付着した基板 P を搬送する第 2 搬送装置 H2 やアーム部 43 の表面は、撥液性であることが好ましい。これにより、基板 P を搬送したときにその基板 P に付着している液体 50 が第 2 搬送装置 H2（アーム部 43）に付着しても、その液体 50 を第 2 搬送装置 H2（アーム部 43）より直ちに且つ容易に除去することができる。したがって、第 2 搬送装置 H2（アーム部 43）に付着している液体 50 が基板 P に付着（再付着）してしまうといった不都合の発生を防止することができる。第 2 搬送装置 H2（アーム部 43）の表面を撥液性にする撥液処理（撥水処理）としては、例えば撥液性を有する材料を使ったコーティング処理が挙げられる。撥液性を有する材料としては、例えばフッ素系化合物

やシリコン化合物、あるいはポリエチレンやアクリル系樹脂等の合成樹脂が挙げられる。また、表面処理のための薄膜は単層膜であってもよいし複数の層からなる膜であってもよい。また、第2搬送装置H2（アーム部43）の表面全部に撥液処理を施してもよいし、一部に施すようにしてもよい。

## 第7実施形態

図11を参照して説明した実施形態では、基板Pを傾けた状態で搬送したり、その搬送経路の途中に設けられた液体除去装置100で基板Pを傾けているが、図12に示すように、基板Pの露光完了後であって基板Pを搬送（アンロード）する前に、液体50が付着した基板Pを保持している基板ステージPST（Zステージ51）を傾けることで、液体50の除去を行うようにしてもよい。図12において、基板ステージPST（Zステージ51）は、その上面略中央部に基板Pを保持しており、基板Pの周囲には、液体50を回収可能な円環状の液体回収口（回収溝）73が形成されており、その回収溝73には液体吸収部材71が配置されている。Zステージ51内部には、その一端部を回収溝73と接続し、他端部をZステージ51外部に設けられた液体回収機構に接続する流路が形成されている。液体回収機構は、真空ポンプ等の真空系（吸引装置）、回収した液体を収容するタンクなどを備えている。液体吸収部材71は、例えば多孔質セラミックスやスポンジ等の多孔性材料により構成されており、液体50を所定量保持可能である。また、Zステージ51上において、Zステージ51に保持されている基板Pと液体吸収部材71（回収溝73）との間には、この基板Pの外周を所定幅で取り囲む環状の補助プレート部79が設けられている。補助プレート部79の表面の高さはZステージ51に保持されている基板Pの表面の高さとほぼ一致するように設定されている。そして、この補助プレート部79の外周を所定幅で取り囲むように配置されている液体吸収部材71（回収溝73）は、液体回収装置2で回収しきれなかった液体50を吸収（回収）する役割を果たしている。なお図12において、Zステージ51の+X側端部にはY軸方向に延在する移動鏡54Xが設けられ、Y側端部にはX軸方向に延在する移動鏡54Yが設けられており、レーザ干渉計はこれら移動鏡54X、54Yにレーザ光を照射して基板ステージPSTのX軸方向及びY軸方向における位置

を検出する。

基板Pの露光完了後、図12に示すZステージ51（基板ステージPST）から基板Pを搬送（アンロード）する前に、Zステージ51は、そのZステージ51に設けられているレベリング機構により傾斜され、これに伴ってZステージ51上の基板Pも傾けられる。こうすることにより、露光完了後において基板P上に残存する液体50は重力作用（自重）により、回収溝73まで流れて回収される。なお、露光完了後であって搬送前の液体回収動作であるZステージ51の傾斜動作を行う際、Zステージ51を傾斜させることによって例えば投影光学系PLの先端部とZステージ51（基板P）とが当たるおそれがある場合には、Zステージ51（基板ステージPST）を投影光学系PLの直下より退避させ、投影光学系PLと離れた位置で前記傾斜動作を行ってもよい。この実施形態の場合、基板ステージ及びその傾斜制御は液体除去装置として機能する。

なお、上記実施形態においては、基板ステージPST（Zステージ51）の傾斜により基板Pを傾けて、基板P上の液体を除去するようにしているが、特開平1-214042号公報に開示されているように、基板Pのロード及びアンロードのための基板Pを保持して上下動する基板支持部材が基板ステージPSTに搭載されている場合には、その基板支持部材の傾斜によって基板Pを傾けるようにしてもよい。また、基板ステージPSTから基板Pを搬出する前に、ドライエアや温風を吹き付けて乾燥させるようにしてもよい。すなわち、基板ステージPSTから基板Pを搬出する前の液体除去としては、基板Pの回転、液体の吹き飛ばし、液体の吸引、基板Pの傾斜、気体の吹き付けによる乾燥のいずれかの方法を用いてもよいし、適宜組み合わせて用いてもよい。

## 第8実施形態

次に、図13を参照しながら本発明の第8実施形態の露光装置について説明する。本実施形態の特徴的な部分は、液体除去装置100を備えると共に、露光装置本体EXと液体除去装置100との搬送経路の途中に、露光処理後の基板Pを洗浄液を



使って洗浄する洗浄装置 150 が設けられている点である。なお、本実施形態では単一の基板ステージ P S T を用いた以外は、露光装置本体は実施形態 1 と同様である。

図 13 において、洗浄装置 150 は、チャンバ 151 と、チャンバ 151 内部に設けられ、チャンバ 151 内部に搬送された基板 P に対して洗浄液を供給する洗浄液供給装置 152 とを備えている。洗浄液供給装置 152 は、基板 P の上面及び下面のそれぞれに洗浄液を供給する。チャンバ 151 は、露光装置本体 E X 側に開口する第 1 開口部 153 と、液体除去装置 100 側に開口する第 2 開口部 154 とを備えている。第 1、第 2 開口部 153、154 には、第 1、第 2 開口部 153、154 を開閉するシャッタ 153 A、154 A がそれぞれ設けられている。露光装置本体 E X で露光処理された後の基板 P は第 5 搬送装置（不図示）により第 1 開口部 153 を介して洗浄装置 150 のチャンバ 151 内部に搬送される。チャンバ 151 内部には基板 P を保持する保持装置が設けられており、基板 P はこの保持装置で保持された状態で洗浄液を使って洗浄処理される。洗浄処理された基板 P は第 2 搬送装置 H 2 により液体除去装置 100 に搬送される。液体除去装置 100 は基板 P に付着した洗浄液を除去する。

ここで、液浸法に基づく露光装置本体 E X での露光処理には、液体 50 として水以外の液体を用いることが可能である。本実施形態では、液体 50 としてフッ素系オイルが用いられている。例えば、露光光 E L の光源が F<sub>2</sub> レーザである場合、この F<sub>2</sub> レーザ光は水を透過しないので、液体 50 として F<sub>2</sub> レーザ光を透過可能なフッ素系オイルを用いることにより露光処理可能となる。このように、液体 50 としては、水以外のものを用いることが可能である。また、液体 50 としては、露光光 E L に対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系 P L や基板 P 表面に塗布されているフォトリソストに対して安定な例えばセダー油を用いることも可能である。そして、液体 50 として水とは異なる液体を用いた場合、洗浄装置 150 で基板 P を洗浄処理してから液体除去処理を行うことができる。このように、基板 P を洗浄することによって、液浸露光中、あるいは基板 P の搬送中に基板 P に

付着した異物などを洗い落とすことができ、その後の液体除去もスムーズに行われ、液体や異物が付着していない清浄な基板Pを露光装置から送り出すことができる。

液体除去装置100は、実施形態1～6のいずれの露光装置に設けられた液体除去装置100を用いてもよい。また、基板Pの洗浄と基板Pに付着した液体の除去は同じ場所で行うようにしてもよい。例えば、チャンバ25の中で、洗浄と液体除去とを行うようにしてもよい。

## 第9実施形態

次に、図14を参照しながら、本発明の第9実施形態の露光装置及びデバイス製造システムについて説明する。本実施形態の特徴的な部分は、液体除去装置100へ基板Pを搬送する搬送システムHの搬送経路の下に、露光後の基板Pから落下した液体を処理する液体処理機構160を設けた点にある。なお、本実施形態では、基板ステージはPST1、PST2の2つ設けられており、露光装置本体は実施形態1と同様である。

図14において、液体処理機構160は、搬送システムHの搬送経路の下に配置された樋部材161と、樋部材161を介して回収された液体50を樋部材161より排出する液体吸引装置162とを備えている。本実施形態では、樋部材161は、基板ステージPST（PST1、PST2）と液体除去装置100との間、つまり第2搬送装置H2の搬送経路の下に設けられている。樋部材161はチャンバ装置CH1内部に設けられ、液体吸引装置162はチャンバ装置CH1外部に設けられている。樋部材161と液体吸引装置162とは管路163を介して接続されており、管路163には、この管路163の流路を開閉するバルブ163Aが設けられている。

露光後の液体50が付着している基板Pを第2搬送装置H2で搬送している最中、基板Pから液体50が落下する可能性があるが、その落下した液体50は樋部材161で回収することができる。落下した液体50を樋部材161で回収することで、

搬送経路の周囲に液体50が飛散する等の不都合を防止できる。そして、液体吸引装置162はチャンバ装置CH1内部に設けられた樋部材161上の液体50を吸引することでチャンバ装置CH1外部に排出し、チャンバ装置CH1内部の樋部材161に液体50が留まらないようにすることができ、チャンバ装置CH1内部に湿度変動（環境変動）が生じる不都合を防止することができる。ここで、液体吸引装置162は、樋部材161に回収された液体50の吸引動作を連続的に行うことができるし、予め設定された所定期間においてのみ吸引動作を断続的に行うこともできる。吸引動作を連続的に行うことにより、樋部材161には液体50が留まらないので、チャンバ装置CH1内部の湿度変動をより一層防止することができる。一方、例えば露光装置本体EXでの基板Pの露光中には、液体吸引装置162による吸引動作（排出動作）を行わず、露光以外の期間においてのみ吸引動作を行うことにより、吸引動作によって発生する振動が露光精度に影響を与えるといった不都合を防止することができる。

なお、樋部材161は、液体が付着している可能性のある基板Pを搬送する搬送経路の下の全てに設けることが望ましいが、基板Pから落下した液体の影響を受けやすい場所に部分的、離散的に設けてもよい。また、搬送経路下の液体処理機構160としては、樋部材161及び液体吸引機構162に限ることなく、基板Pなどから落下した液体を回収できる構成であればよい。

液体除去装置100は、第1～6実施形態のいずれの露光装置に設けられた液体除去装置100を用いてもよい。また、第1～6実施形態で用いた洗浄装置を搬送経路中に設けることもできる。

また、上述の実施形態においては、液体除去装置100は、液体回収装置2で回収しきれずに、基板Pに付着（残存）している液体を除去するために設けられているが、液体回収装置2は必ずしも必要ではない。

上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみな

らず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

また、上述の実施形態においては、投影光学系 P L と基板 P との間を局所的に液体で満たす露光装置を採用しているが、露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置や、ステージ上に所定深さの液体槽を形成し、その中に基板を保持する液浸露光装置にも本発明を適用可能である。露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置としては、例えば特開平 6-124873 号公報に、また、ステージ上に所定深さの液体槽を形成しその中に基板を保持する液浸露光装置としては、例えば特開平 10-303114 号公報や米国特許 5,825,043 にそれぞれ詳細に開示されており、これらの公報を本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて援用して本文の記載の一部とする。

露光装置（露光装置本体）E X としては、マスク M と基板 P とを同期移動してマスク M のパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキニングステッパ）の他に、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを一括露光し、基板 P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。また、本発明は基板 P 上で少なくとも 2 つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

露光装置 E X の種類としては、基板 P に半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

基板ステージ P S T やマスクステージ M S T にリニアモータを用いる場合は、エ

アベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージP S T、M S Tは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。リニアモータを用いた例は、米国特許5,623,853及び5,528,118に開示されており、それらの米国特許の開示を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。

各ステージP S T、M S Tの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージP S T、M S Tを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージP S T、M S Tに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージP S T、M S Tの移動面側に設ければよい。

基板ステージP S Tの移動により発生する反力は、投影光学系P Lに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば米国特許5,528,118（特開平8-166475号公報）に詳細に開示されており、この米国特許の開示を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。また、マスクステージM S Tの移動により発生する反力は、投影光学系P Lに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば米国特許5,874,820（特開平8-330224号公報）に詳細に開示されており、この米国出願の開示を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。

以上のように、本願実施形態の露光装置E Xは、本願請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電氣的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、

この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図15に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、露光処理環境変動や周囲への液体の飛散を防止できる。したがって、この環境変動や液体飛散に基づく露光処理精度の低下を防止し、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。また、液体や異物が付着していない基板を露光装置から送り出すことができるため、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。

## 請求の範囲

1. パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、  
パターンの像を基板に投影する投影光学系と、  
露光された基板を処理する処理装置との接続部と、  
前記接続部を介して基板が処理装置へ搬出される前に、基板に付着した液体を除去する液体除去装置とを備える露光装置。
2. パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、  
パターンの像を基板に投影する投影光学系と、  
露光された基板に付着した液体を除去する液体除去装置と、  
露光された基板を液体除去装置に搬送する第1搬送部材と、  
液体除去装置により液体が除去された基板を液体除去装置から搬送する第2搬送部材とを備える露光装置。
3. 前記第1搬送部材は、その表面の少なくとも一部が撥液性であることを特徴とする請求項2に記載の露光装置。
4. パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、  
パターンの像を基板に投影する投影光学系と、  
露光された基板を搬送する搬送システムと、  
基板の搬送経路に設けられ、基板に付着した液体を除去する液体除去装置とを備え、  
液体除去装置は、液体の除去を行うときに液体が飛散することを防止するように基板周囲の少なくとも一部を覆うカバーを有する露光装置。

5. 前記カバー機構はチャンバを含むことを特徴とする請求項4に記載の露光装置。
6. 前記液体除去装置は、前記露光後の基板を洗浄する洗浄装置を備え、前記洗浄装置による前記基板の洗浄後に、前記基板に付着した洗浄液を除去することを特徴とする請求項1、2及び4のいずれか一項に記載の露光装置。
7. パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、  
パターンの像を基板に投影する投影光学系と、  
基板を保持する基板ステージと、  
基板ステージから露光された基板を搬出する前に、基板に付着した液体を除去する液体除去装置とを備える露光装置。
8. 前記露光後に、前記液体が付着した基板は水平面に対して所定角度で搬送されることを特徴とする請求項1、2、4及び7のいずれか一項に記載の露光装置。
9. 前記液体除去装置は、前記基板上の液体を吸引することを特徴とする請求項1、2、4及び7のいずれか一項に記載の露光装置。
10. 前記液体除去装置は、前記基板上の液体を乾燥させることを特徴とする請求項1、2、4及び7のいずれか一項に記載の露光装置。
11. 前記液体除去装置は、前記基板上の液体を飛ばすことを特徴とする請求項1、2、4及び7のいずれか一項に記載の露光装置。
12. 前記液体除去装置は、前記液体が付着した基板を回転させる回転機構を含むことを特徴とする請求項11に記載の露光装置。



13. 前記液体除去装置は、前記液体が付着した基板を傾けることを特徴とする請求項1、2、4及び7のいずれか一項に記載の露光装置。

14. 前記液体除去装置は、前記基板の両面に付着した液体を除去することを特徴とする請求項1、2、4及び7のいずれか一項に記載の露光装置。

15. 前記液体除去装置は、前記基板の裏面に付着した液体を除去することを特徴とする請求項1、2、4及び7のいずれか一項に記載の露光装置。

16. 前記液体を供給する液体供給装置と、前記液体供給装置によって供給された液体を回収する液体回収装置とをさらに備え、前記液体除去装置は、前記基板の露光完了後に、前記液体回収装置によって回収されずに、前記基板表面に残留した液体の除去を行うことを特徴とする請求項1、2、4及び7のいずれか一項に記載の露光装置。

17. 基板を保持する第1保持部材と、基板を保持する第2保持部材とをさらに備え、前記液体除去装置は、一方の保持部材に保持された基板の露光中に、他方の保持部材に保持された基板に付着した液体の除去を行うことを特徴とする請求項16に記載の露光装置。

18. 基板を保持する第1保持部材と、基板を保持する第2保持部材とをさらに備え、前記液体除去装置は、一方の保持部材に保持された基板の露光中に、他方の保持部材に保持された基板に付着した液体の除去を行うことを特徴とする請求項1、2、4及び7のいずれか一項に記載の露光装置。

19. さらに、基板ステージを備え、基板ステージに前記液体除去装置が設けられている請求項1に記載の露光装置。

20. 前記基板ステージに前記液体除去装置が設けられている請求項7に記載の

露光装置。

21. パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、

パターンの像を基板に投影する投影光学系と、

露光された基板を搬送する搬送システムと、

基板の搬送経路の下少なくとも一部に、露光後の基板から落下した液体を処理する液体処理機構とを備える露光装置。

22. 前記液体処理機構は、前記搬送経路の下少なくとも一部に配置された樋部材と、該樋部材を介して回収された液体を排出する排出機構とを有することを特徴とする請求項21に記載の露光装置。

23. パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、

パターンの像を基板に投影する投影光学系と、

露光された基板を処理する処理装置へ基板が搬出される前に、露光された基板を洗浄する洗浄装置とを備える露光装置。

24. 前記洗浄装置は、洗浄液を使って前記基板の洗浄を行うことを特徴とする請求項23に記載の露光装置。

25. 前記洗浄装置は、前記露光後の基板の搬送経路中に設けられていることを特徴とする請求項23に記載の露光装置。

26. 前記液体は、水とは異なることを特徴とする請求項23～25のいずれか一項に記載の露光装置。

27. パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置で

あって、

パターンの像を基板に投影する投影光学系と、  
液体が付着した基板を搬送する第 1 搬送部材と、  
液体が付着していない基板を搬送する第 2 搬送部材とを備える露光装置。

28. 基板上に存在する露光用の液体を除去する液体除去装置をさらに備え、  
前記第 1 搬送部材は、液体が付着した基板を、前記液体除去装置へ搬送することを特徴とする請求項 27 に記載の露光装置。

29. 前記第 1 搬送部材の少なくとも一部の表面は撥液性であることを特徴とする請求項 27 に記載の露光装置。

30. 前記第 1 搬送部材による基板の搬送経路の下少なくとも一部に配置され、  
基板から落下した液体を処理する液体処理機構をさらに備えることを特徴とする請求項 27 に記載の露光装置。

31. 液体を介して基板上に露光光を照射して基板を露光する露光装置であって、  
基板を保持して移動可能な第 1 保持部材と、  
基板を保持して移動可能な第 2 保持部材と、  
前記第 1 保持部材に保持された基板が露光されているときに、前記第 2 保持部材に保持された、露光を終えた基板に付着した液体の除去を行う液体除去装置とを備える露光装置。

32. 請求項 1、2、4、7、21、23、27 及び 31 のいずれか一項に記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

33. パターンの像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置と共に用いられる液体除去装置であって、  
露光された基板を保持する保持部と、

基板上に存在する露光用の液体を除去する液体除去機構とを備える液体除去装置。

34. さらに、液体除去機構を包囲するカバーを備える請求項33に記載の液体除去装置。

35. さらに、前記保持部に基板を搬送する搬送装置を備える請求項33または34に記載の液体除去装置。

36. 請求項1、2、4、7、21、23、27及び31のいずれか一項に記載の露光装置と、

露光した基板を処理を行う処理装置とを備える露光システム。

37. 前記処理装置が、基板の基材に感光性材料を塗布する塗布装置及び露光された基板を現像する現像装置の少なくとも一方を含む請求項36に記載の露光システム。

Fig. 1

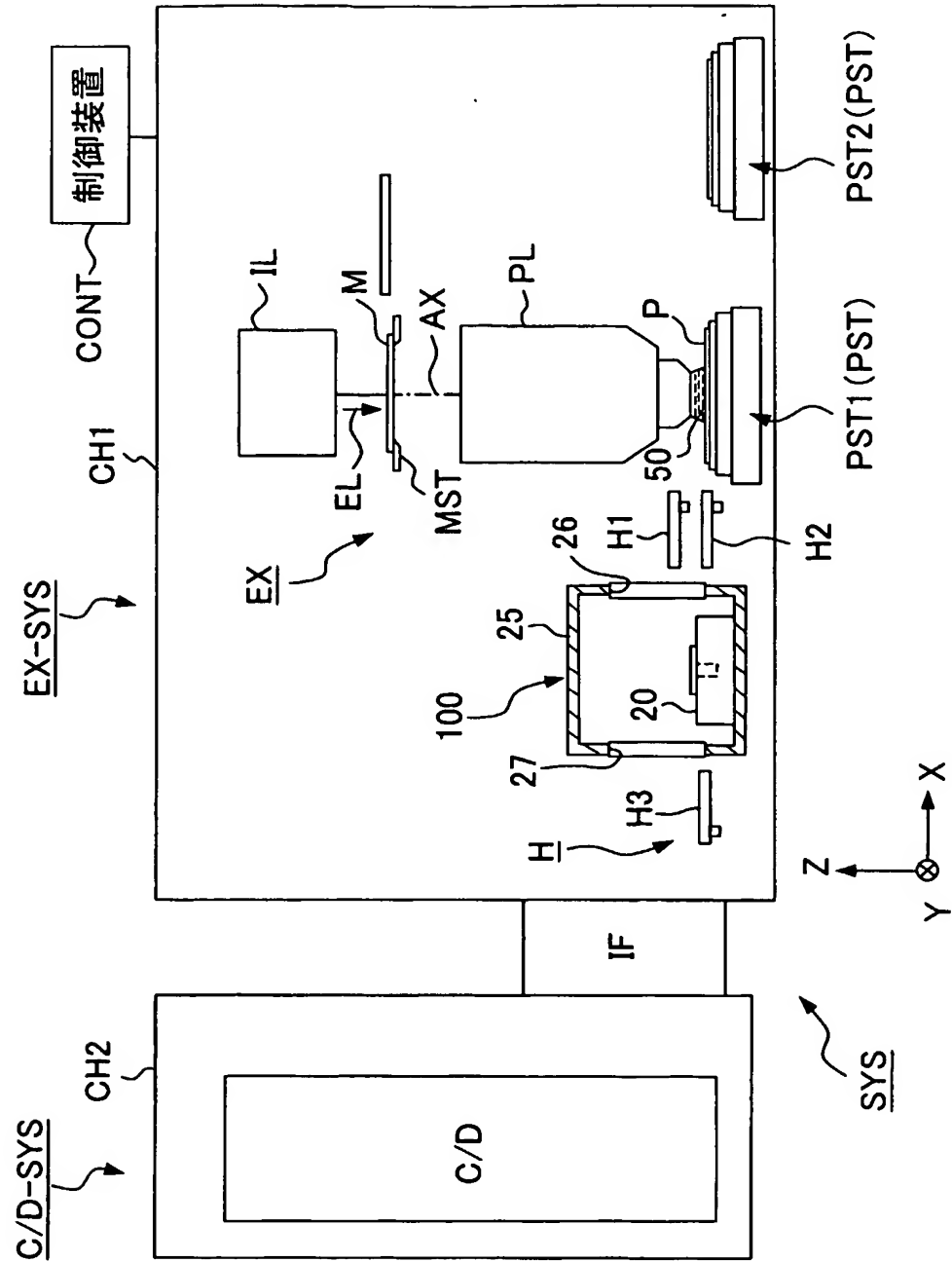
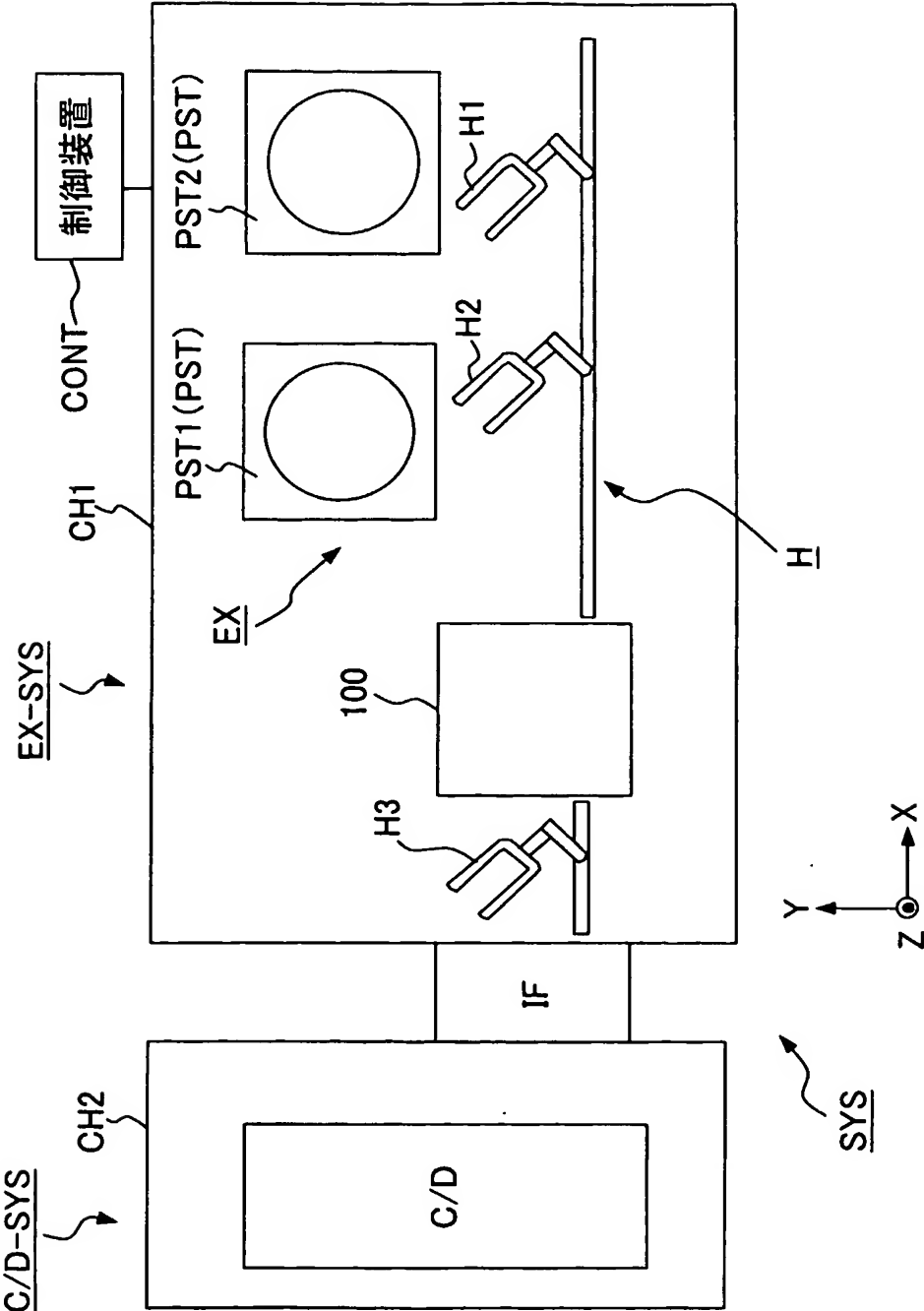


Fig. 2



**Fig. 3**

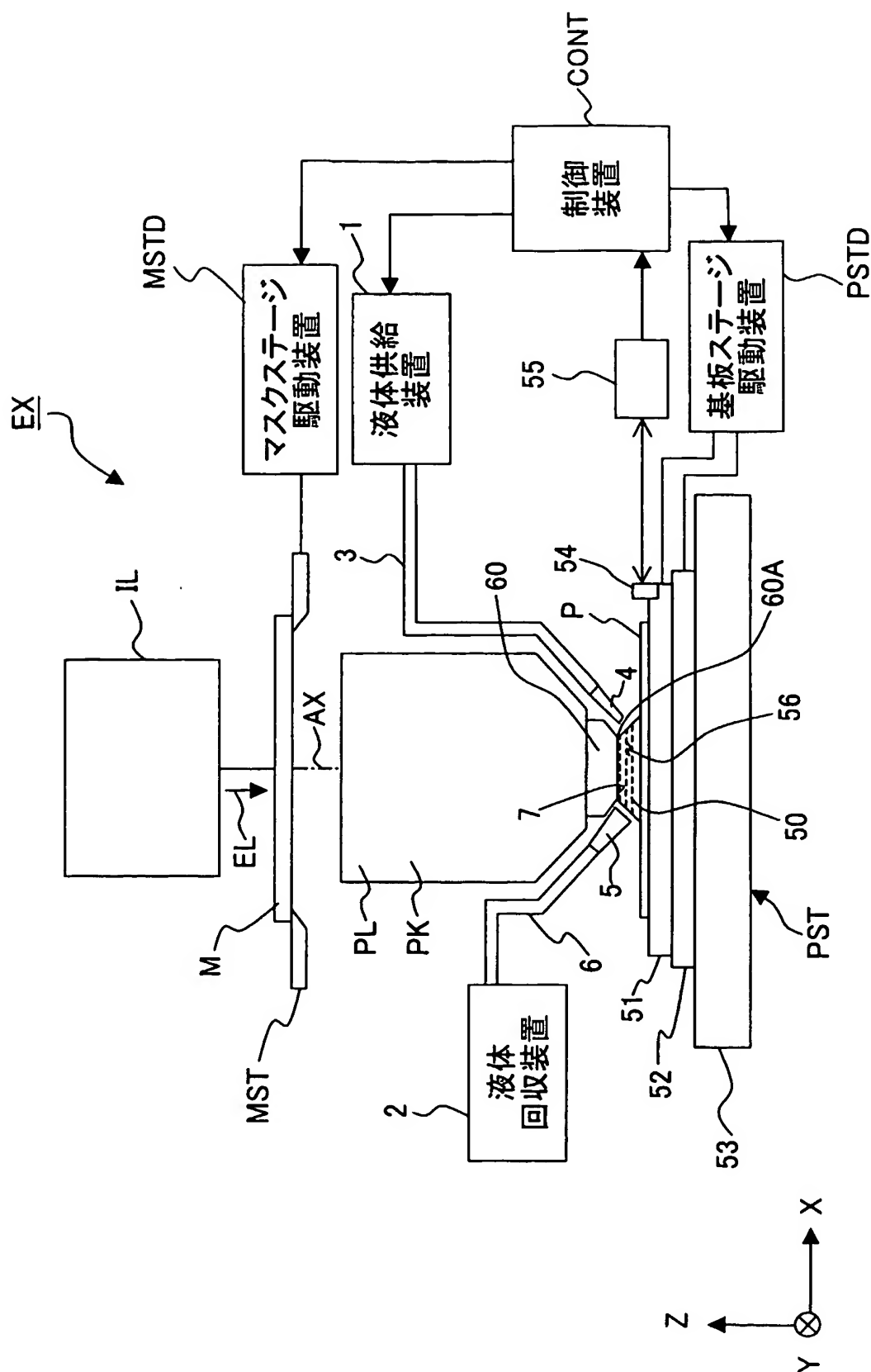
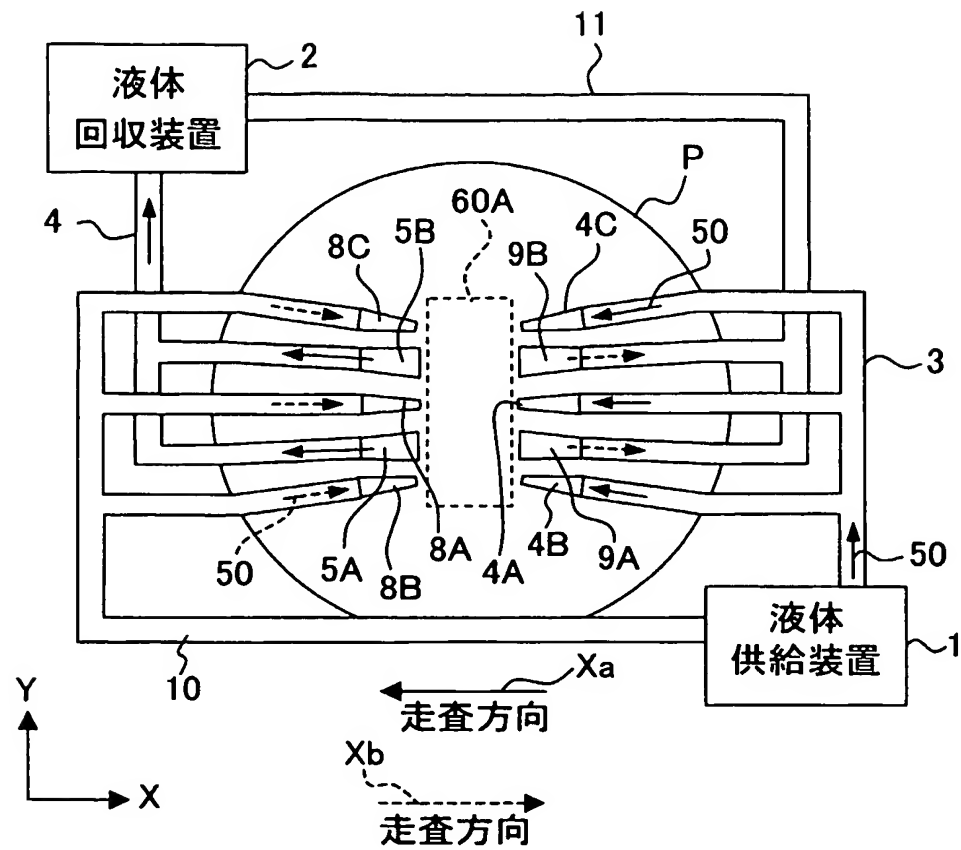
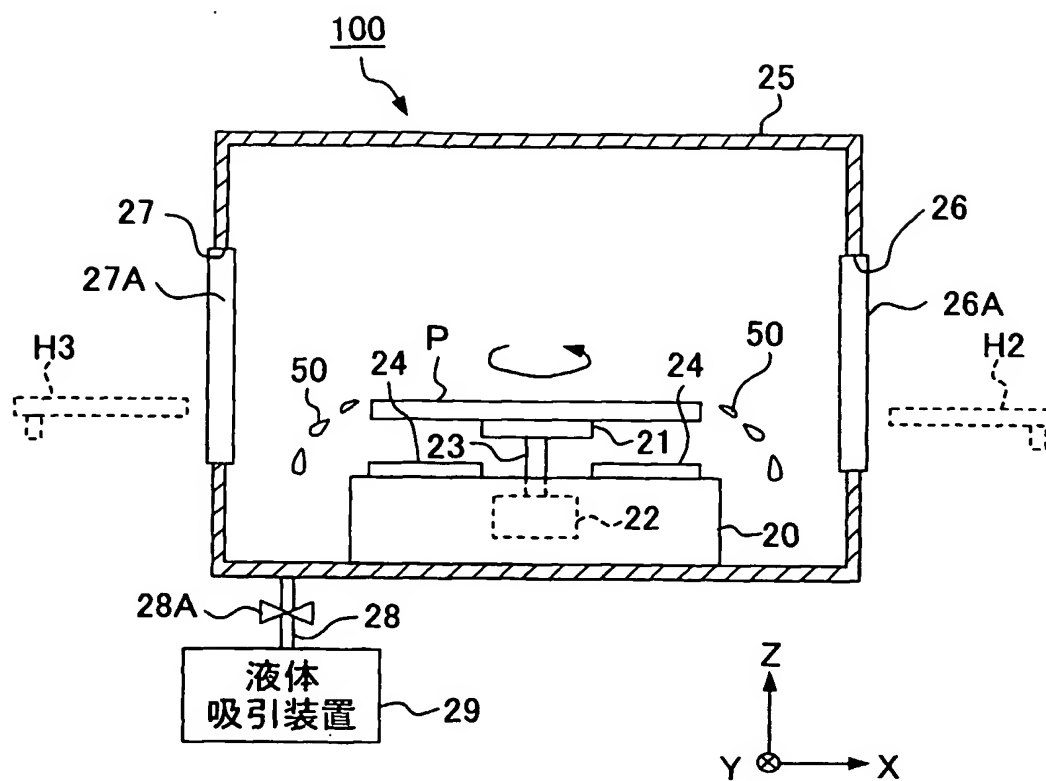
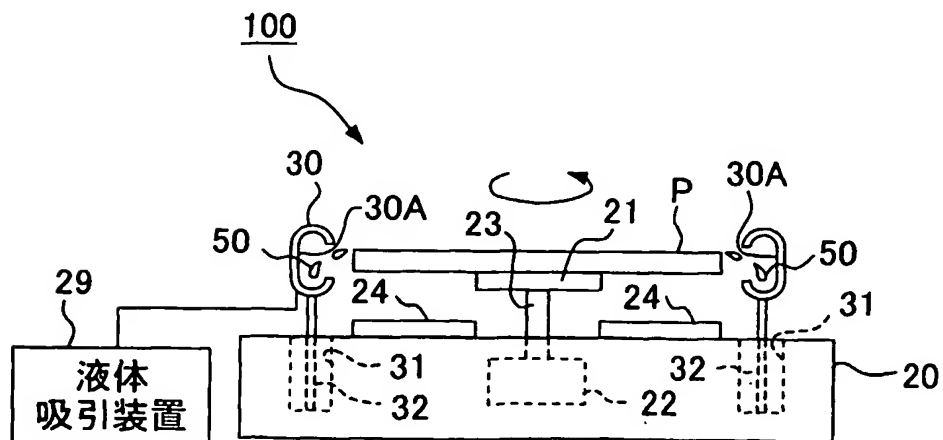


Fig. 4

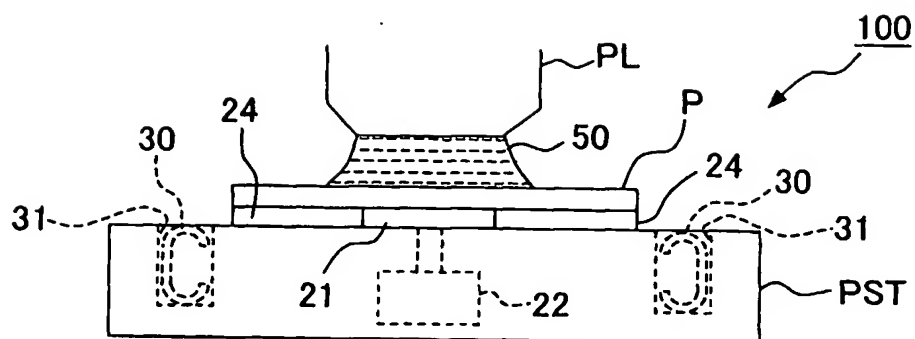




**Fig. 5****Fig. 6**

**Fig. 7**

(a)



(b)

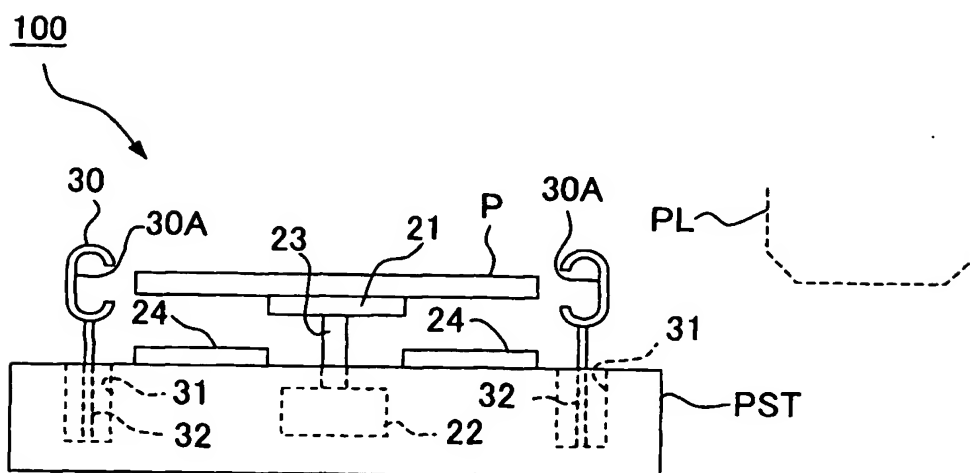
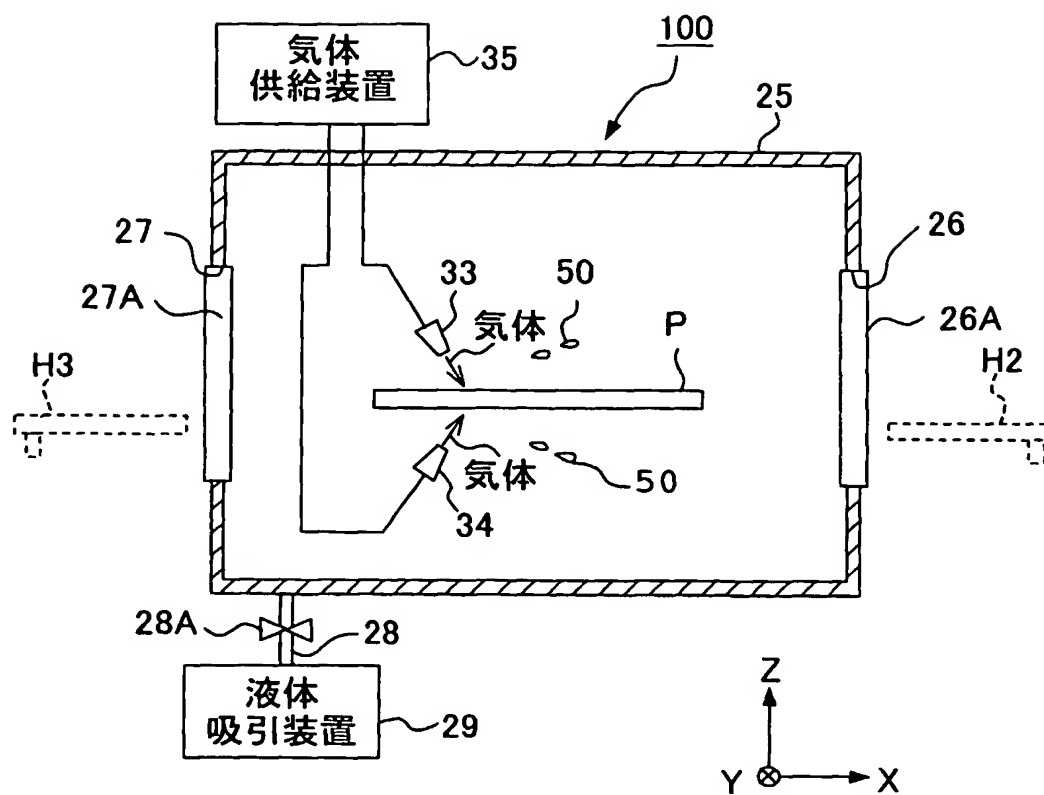


Fig. 8



**Fig. 9**

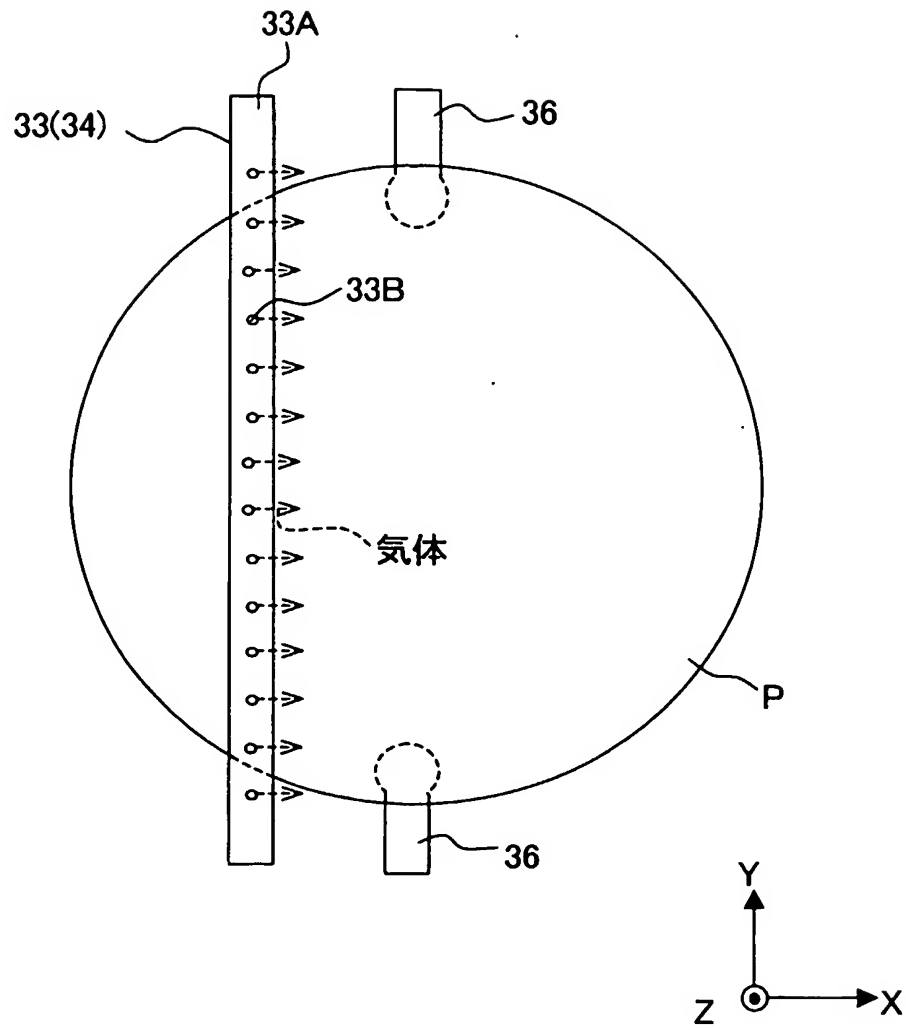


Fig. 10

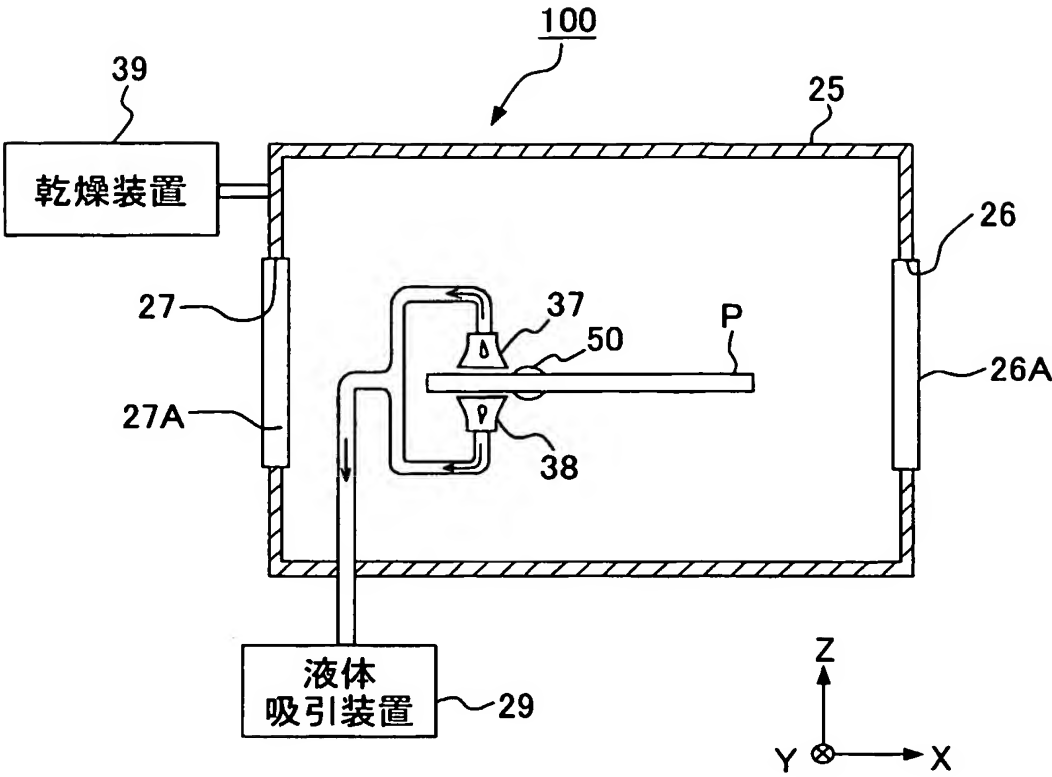
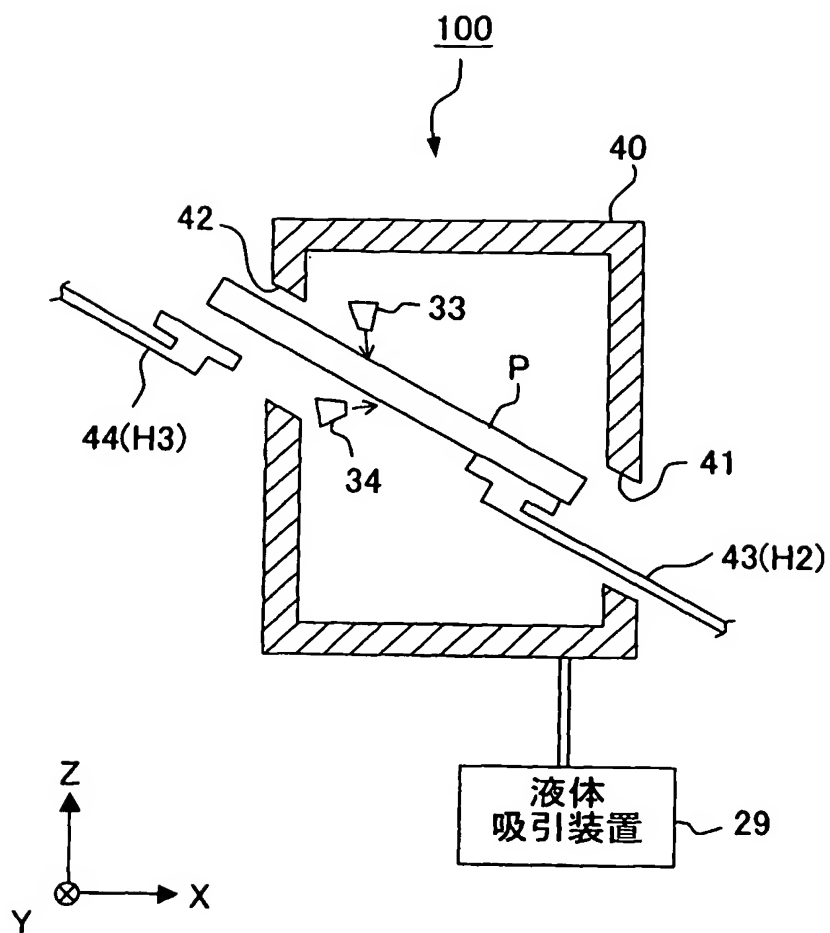


Fig. 11



**Fig. 12**

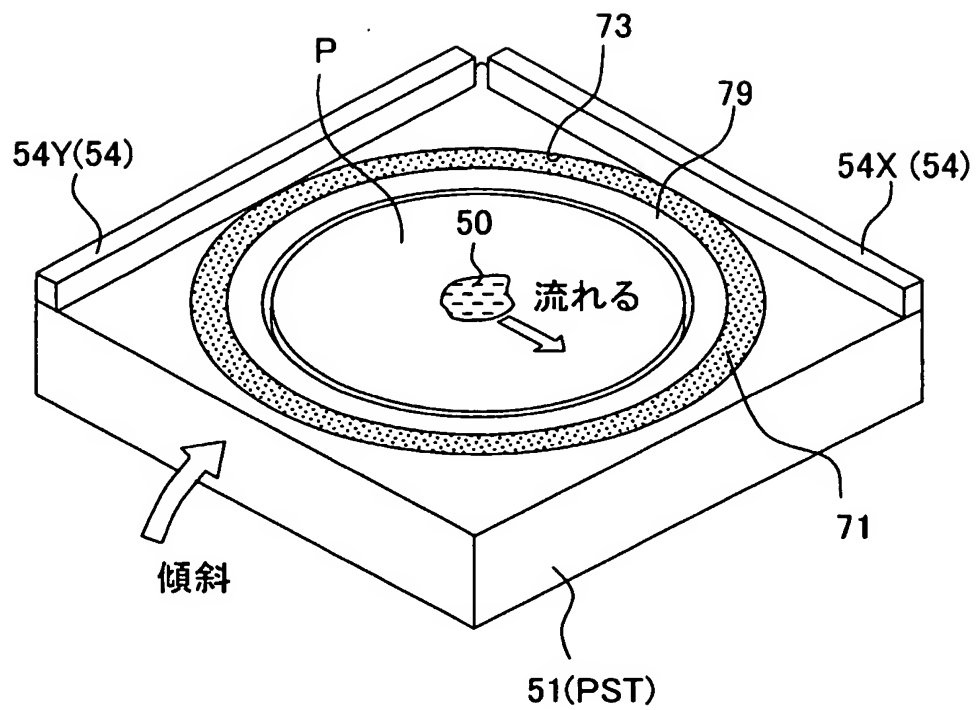


Fig. 13

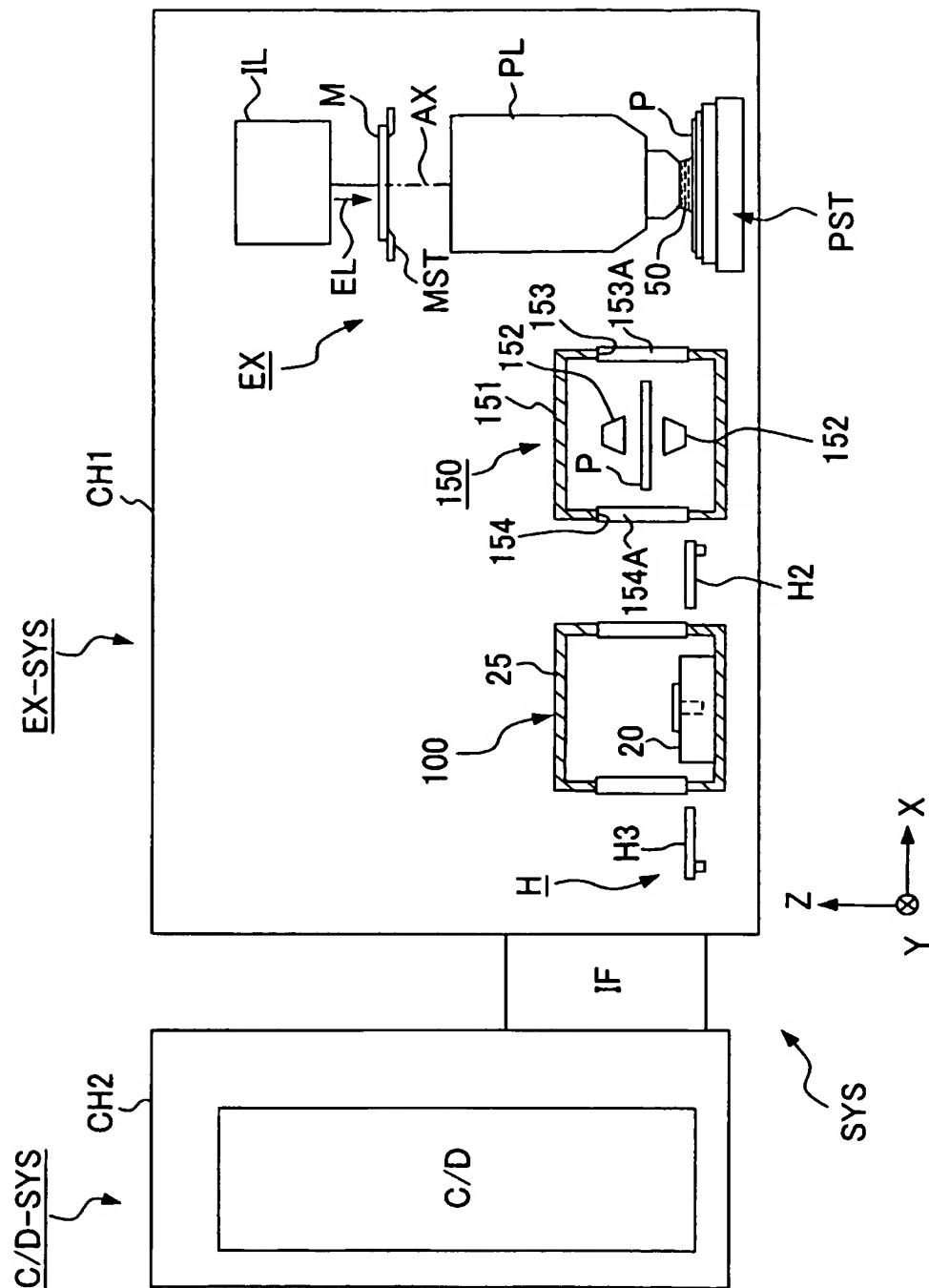




Fig. 14

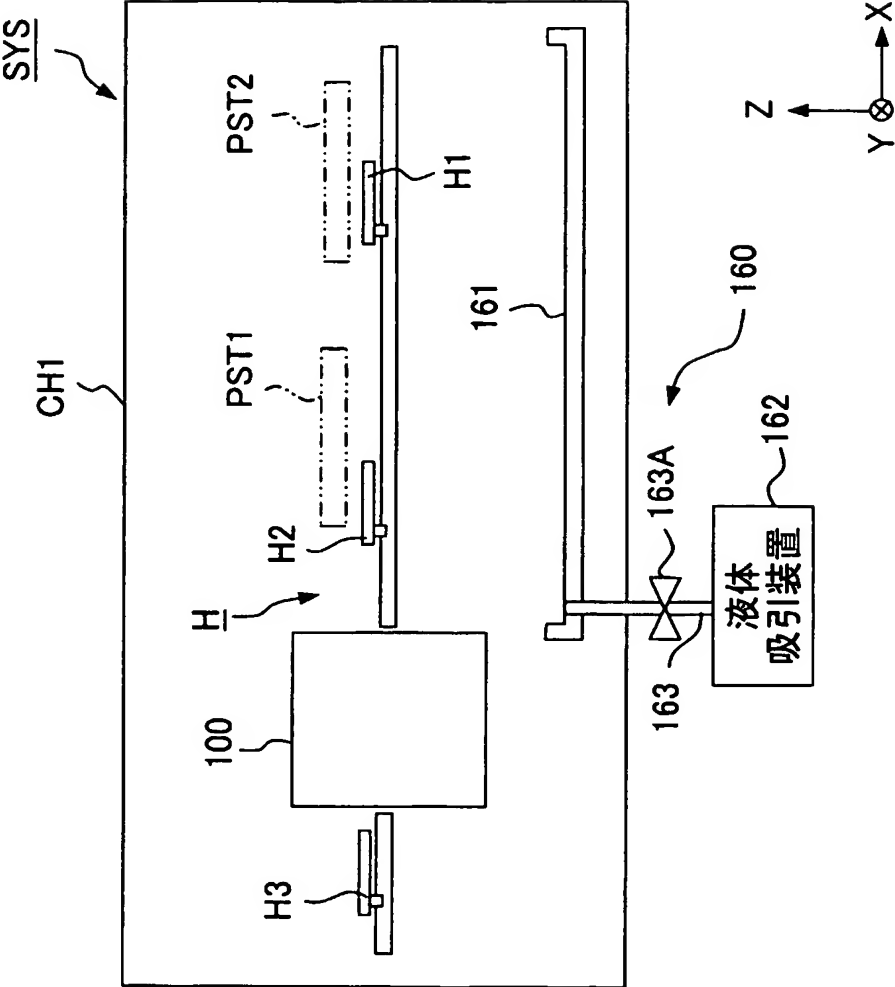
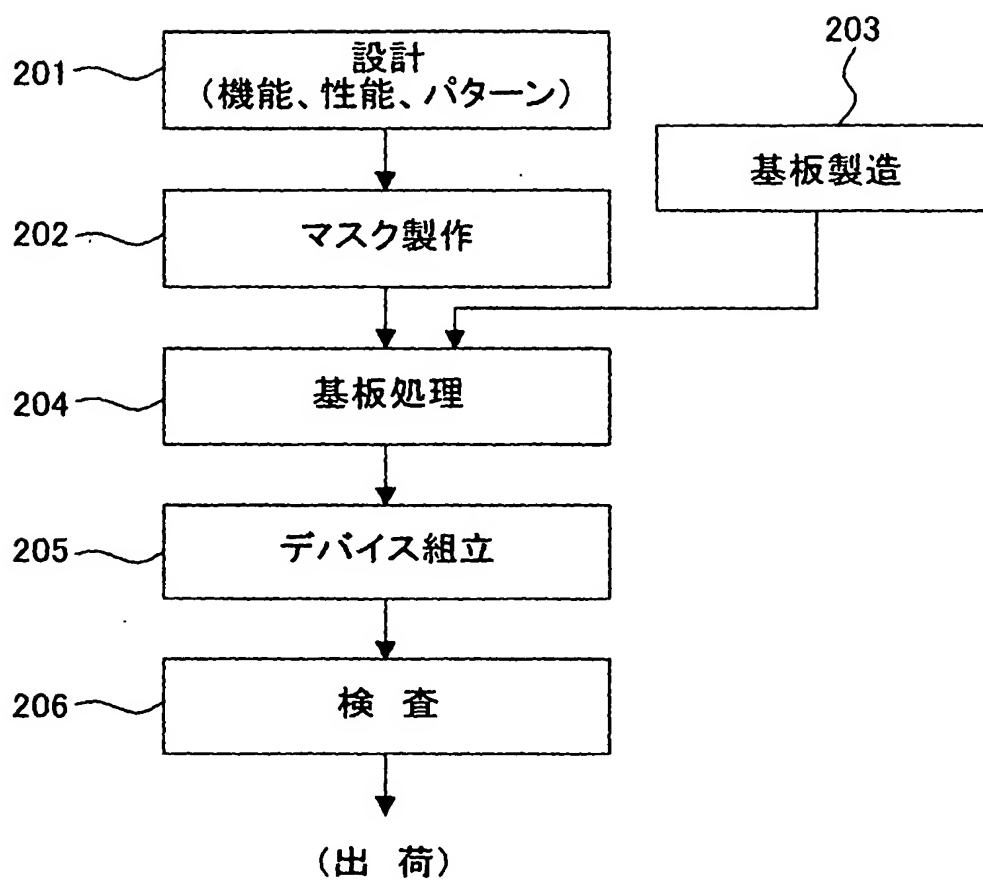


Fig. 15



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15587

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                     | Relevant to claim No.   |
|-----------|--|-------------------------|
| X         | JP 6-124873 A (Canon Inc.),<br>06 May, 1994 (06.05.94),<br>Claims; Par. No. [0022]; Fig. 11<br>(Family: none)          | 1, 11, 31-33,<br>36, 37 |
| A         | JP 62-65326 A (Hitachi, Ltd.),<br>24 March, 1987 (24.03.87),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)              | 1-37                    |
| A         | JP 5-304072 A (NEC Corp.),<br>16 November, 1993 (16.11.93),<br>Claims; Par. No. [0012]; Figs. 1 to 3<br>(Family: none) | 1-37                    |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 March, 2004 (17.03.04)Date of mailing of the international search report  
06 April, 2004 (06.04.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/15587

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | JP 6-168866 A (Canon Inc.),<br>14 June, 1994 (14.06.94),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)                 | 1-37                  |
| A         | JP 7-220990 A (Hitachi, Ltd.),<br>18 August, 1995 (18.08.95),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)            | 1-37                  |
| A         | JP 10-255319 A (Hitachi Maxell, Ltd.),<br>25 September, 1998 (25.09.98),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none) | 1-37                  |
| A         | JP 10-303114 A (Nikon Corp.),<br>13 November, 1998 (13.11.98),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)           | 1-37                  |
| A         | JP 10-340846 A (Nikon Corp.),<br>22 December, 1998 (22.12.98),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)           | 1-37                  |
| A         | WO 99/49504 A1 (Nikon Corp.),<br>30 September, 1999 (30.09.99),<br>Full text; all drawings<br>& AU 2747999 A          | 1-37                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号             |
|-----------------|--|------------------------------|
| X               | JP 6-124873 A (キヤノン株式会社)<br>1994.05.06, 特許請求の範囲, 段落0022, 図11<br>(ファミリーなし)  | 1, 11, 3<br>1-33, 3<br>6, 37 |
| A               | JP 62-65326 A (株式会社日立製作所)<br>1987.03.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)                  | 1-37                         |
| A               | JP 5-304072 A (日本電気株式会社)<br>1993.11.16, 特許請求の範囲, 段落0012, 図1-3<br>(ファミリーなし) | 1-37                         |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.03.2004

国際調査報告の発送日

06.4.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新井 重雄

2M

8605

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |   |                  |
|-----------------------|---|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                             | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| A                     | JP 6-168866 A (キヤノン株式会社)<br>1994. 06. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)    | 1-37             |
| A                     | JP 7-220990 A (株式会社日立製作所)<br>1995. 08. 18, 全文, 全図 (ファミリーなし)   | 1-37             |
| A                     | JP 10-255319 A (日立マクセル株式会社)<br>1998. 09. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-37             |
| A                     | JP 10-303114 A (株式会社ニコン)<br>1998. 11. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)    | 1-37             |
| A                     | JP 10-340846 A (株式会社ニコン)<br>1998. 12. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)    | 1-37             |
| A                     | WO 99/49504 A1 (株式会社ニコン)<br>1999. 09. 30, 全文, 全図&AU 2747999 A | 1-37             |